

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»



**71-я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ,  
СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

20–25 апреля 2020 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2020

УДК 005.745:378.6](476)(06)

ББК 66.75

**71-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов:** тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 20–25 апреля 2020 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2020. – Ч. 1. – 278 с.

Сборник составлен по итогам 71-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 20 по 25 апреля 2020 г. Тезисы докладов содержат результаты научных исследований студентов, посвященные актуальным вопросам лесоводства, лесоустройства, лесозащиты, технологии и техники лесной промышленности, химической технологии и техники, неорганических веществ, вяжущих материалов, технологии стекла и керамики, технологии электрохимических производств, экологии, синтеза новых органических и неорганических материалов, экономики, издательского дела и полиграфии, информационных технологий. Также представлены доклады, посвященные энергосбережению, безопасности технологических процессов и производств, контролю качества и безопасности веществ, материалов и изделий.

Сборник предназначен для использования специалистами соответствующих отраслей народного хозяйства, научными работниками и преподавателями, а также студентами и магистрантами.

Рецензенты:

декан ЛХ факультета, доцент, канд. биологич. наук	В.А. Ярмолович
декан факультета ЛИД, доцент, канд. техн. наук	В.Н. Лой

Редакционная коллегия:

зав. кафедрой ЛКиП, доцент, канд. с.-х. наук	В.В. Носников
зав. кафедрой ЛПиСПС, доцент, канд. биол. наук	Т.М. Бурганская
доцент кафедры ЛМДиТЛП, канд. техн. наук	С.Е. Арико
зав. кафедрой ТДП, доцент, канд. техн. наук	И.К. Божелко
доцент кафедры лесоводства, канд. с/х. наук	Д.В. Шиман

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2020

**секция**  
**ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОЗДАНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ БУЛЬВАРОВ В ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ**

Бульвар – озелененная территория общего пользования вдоль магистралей, набережных в виде полосы различной ширины, предназначенная для пешеходного транзитного движения и кратковременного отдыха [1].

Организация озелененных городских пешеходных пространств необходима как в условиях проектирования новых городских районов, так и в условиях реконструкции исторических территорий. Такие пространства, не решают экологические проблемы больших городов, но создают для жителей более комфортные условия. Исторические и новые бульвары должны быть важным составляющим элементом в системе пешеходных прогулочных пространств города. Типология бульваров разнообразна. Можно выделить традиционную и новую модели бульваров. Бульвар традиционного типа – прогулочная озелененная аллея, расположенная посередине улицы, разделяющая транспортные потоки. Бульвар нового типа – прогулочная аллея, расположенная в пешеходной зоне или широкая озелененная полоса с пешеходными дорожками, разделяющая транспортные потоки, отвечающая требованиям комфортной среды и обладающая соответствующими местоположению функциями. В настоящее время появились сложные системы бульваров (multi-way boulevard), выявляющие планировочную структуру города. Такие системы встречаются в центрах Парижа, Берлина, Лос-Анжелеса и многих других крупных городов. Это обусловлено дальнейшим развитием норм проектирования городских улиц и постепенным превращением больших городских и пригородных центров в деловые, репрезентативные, торговые, культурно-познавательные зоны [2]. Анализ зарубежных примеров ландшафтной организации городских общественных пространств показал, что современные принципы создания бульваров базируются на формировании многофункциональных объектов. Чем больше у места функций, тем больше шансов, что оно из транзитной зоны превратится в центр притяжения людей. На таких популярных бульварах, как бульвар Ла-Рамбла (г. Барселона, Испания), Унтер-ден-Линден (г. Берлин, Германия) и др., находится большое количество «точек притяжения»: сувенирные лавки, уличные вернисажи, кафе, рестораны – все для удобства гостей

и жителей города [3]. Белорусские же бульвары традиционного типа в большинстве своем не имеют на бульварах «точек притяжения». Бульвары на набережных сохраняют свою актуальность как прогулочное пространство даже без введения дополнительных функций (например, Вислинский бульвар в г. Варшава, Польша). Это обусловлено несколькими факторами. Во-первых, транспортные проблемы большинство таких бульваров не коснулись, поскольку, как правило, они расположены на относительно большом расстоянии от проезжей части. Во-вторых, у таких бульваров есть основная и самая важная «точка притяжения», – водоем, вдоль которого размещается бульвар. Основная функция такого бульвара – созерцание водной глади и зелени, прогулка на свежем воздухе.

Таким образом, проведенное исследование позволило выделить основные современные тенденции в проектировании городских бульваров за рубежом:

- организация на бульварах защищенного от шума и пыли пространства для передвижения велосипедистов;
- боковое размещение бульваров;
- создания непрерывного зеленого коридора и обеспечение удобных связей с прилегающей застройкой;
- трансформация бульваров из транзитного пространства в общественное путем искусственного насыщения их функциями, соответствующими нормам культуры различных слоев населения;
- размещение на существующих бульварах новых «точек притяжения», на основе результатов проведенных соцопросов: детские игровые площадки, спортивные снаряды, уличные шахматы, кафе и пр.;
- обеспечение возможности проведения различных акций культурных организаций города, размещение живых скульптур, мобильных выставок и т. п.

Эти и некоторые другие принципы могут быть положены в основу рекомендаций для отечественной практики создания и реконструкции комфортных для человека городских бульваров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Озеленение городов. Термины и определения: ГОСТ 28329-89. – Введ. 01.01.91. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 16 с.
2. Преловская, Е.С. Строительство и архитектура: учеб. пособие для вузов / Е.С. Преловская, Е.В. Пуляевская. – Иркутск: ИрГТУ, 2004. – 120 с.
3. Новая жизнь бульваров [Электронный ресурс] / Архитектон. – Режим доступа: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60688/1/a2-Leyzerova-Bagina-Bulavina.pdf>. – Дата доступа: 06.05.2020.

Маг. А.А. Батанов  
Науч. рук. доц. Н.А. Макознак  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОПЛАСТИКИ В ОРГАНИЗАЦИИ ВЕТРОВОЙ ЗАЩИТЫ ОТКРЫТЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ**

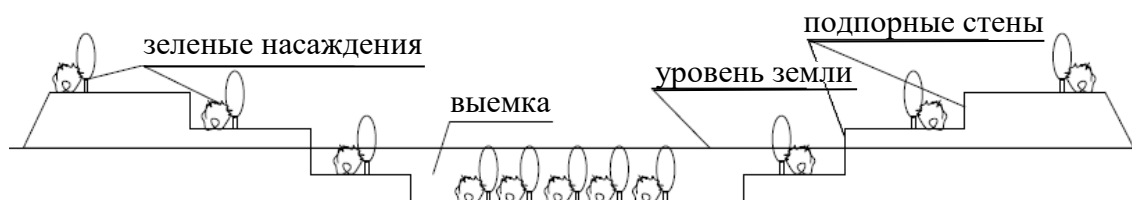
Известно, что, хотя термин «геопластика» стал популярным не так давно и используется преимущественно с начала XX века, сама практика геопластических преобразований ландшафта имеет весьма богатую историю, восходя еще ко временам древнего мира. Искусство обработки форм рельефа традиционно использовалось для решения разнообразных задач как эстетического (композиционного), так и функционально-технического характера. Применялись преобразования рельефа и в целях ветрозащиты территорий. Например, в композиции комплекса дворца Марли музея-заповедника «Петергоф» одну из ключевых ролей играет насыпной четырехметровый Марлинский вал, протянувшийся вдоль берега Финского залива на 225 м и выполняющий функцию защиты плодовых насаждений Сада Венеры от северного ветра, создавая для них локальные микроклиматические условия. Вал поддерживается каменной подпорной стенкой высотой 3 м с 76 полукруглыми нишами южной экспозиции, где размещались особо теплолюбивые растения. По верхней кромке вала был проложен прогулочный обзорный маршрут, с которого открывались перспективы на Марлинский пруд с окружающими его садами и на залив [1].

Повышение уровня комфорта и удобства рекреационных территорий обычно связывают с использованием ряда приемов геопластики:

- сооружение холмов и иных компактных объемных насыпей;
- сооружение линейных элементов – дамб, валов, валоканав;
- террасирование склонов, геопластическая обработка откосов;
- устройство подпорных стенок;
- создание горок, лабиринтов и других игровых конструкций со сложным рельефом;
- создание заглубленных водоемов, кратерных садов [2].

Из этого перечня наиболее перспективными для использования на открытых рекреационных пространствах против избыточной ветровой нагрузки представляются формирование холмов и линейных насыпных форм рельефа, террасирование. Холмы и линейные насыпи рекомендуется располагать непосредственно по контуру защищаемых от ветра территорий, причем достаточно эффективное препятствие для проникновения ветра на участок рекреации создают объемные земляные конструкции высотой не ниже 1,5 м. Террасирование обыч-

но рассматривается как прием геопластических преобразований поверхности земли в целях укрепления откосов и склонов, но с его помощью также можно формировать защищенные от преобладающих ветров рекреационные пространства в средней и нижней частях склонов, где горизонтальные поверхности террас могут быть использованы для организации прогулочных маршрутов и создания композиций декоративного озеленения. На основе совокупности вышеуказанных приемов создания насыпей, подпорных стенок и террасирования склонов для открытых равнинных регионов может быть предложена идея ветрозащиты рекреационных пространств, устроенной по принципу валоканав и потому достаточно целесообразной с позиции экономики (рис. 1).



**Рисунок 1 – Схема ландшафтной организации форм искусственного рельефа для ветрозащиты открытых пространств**

Тем не менее, при всей перспективности применения элементов геопластики в целях ветрозащиты, для создания форм искусственного рельефа существует ряд ограничений [3]: применение геопластических преобразований нежелательно в районах с высокой сейсмической активностью, на участках с рыхлыми или заболоченными почвами, на покрытых лесом пространствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дворец «Марли» в Петергофе [Электронный ресурс] / Институт Петра Великого: свод петровских памятников России и Европы. – Режим доступа: <http://spp.lfond.spb.ru/russia/memorials/024>. – Дата доступа: 29.04.2020.

2. Геопластика [Электронный ресурс] / ПермаВики. – Режим доступа: <https://permaculture.wikia.org/ru/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>. – Дата доступа: 24.04.2020.

3. Геопластика в ландшафтном дизайне: изменяем рельеф участка [Электронный ресурс] / Green-design.pro – Портал ландшафтного искусства. – Режим доступа: <https://green-design.pro/stati/obustrojstvo-uchastka/geoplastika-v-landshaftnom-dizajne/>. – Дата доступа: 24.04.2020.

Маг. И.М. Буслаева  
Науч. рук. проф. Г.А. Потаев  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ПРИ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОТКРЫТЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ**

Современный город трудно представить без водных устройств. Они улучшают микроклимат городской среды, снижая запыленность воздуха, повышают его влажность. Вода может придать пространству запоминающийся облик и изменить его. Эстетическое восприятие воды основано на ее физических свойствах – бесцветности, аморфности и др. Зрительные и звуковые эффекты динамичной и статичной воды широко применяются в ландшафтной архитектуре многие столетия [1, 2].

Современные технологии расширили возможности водного благоустройства городов. В последние года в городах Беларуси активно применяются фонтаны со светоцветомузыкальным оформлением (фонтан у кинотеатра «Беларусь», г. Брест; мультимедийный фонтан «Дана Танец» в комплексе «Маяк Минска», ул. Жасминовая, г. Минск и др.) (рис. 1). В 2020 году планируется открыть два подобных фонтана в г. Минске: на пересечении ул. Первомайской и Пулихова и на р. Свислочь в районе парка имени Янки Купалы.



**Рисунок 1 – Мультимедийный фонтан «Дана Танец» в комплексе «Маяк Минска», ул. Жасминовая, г. Минск**

Для управления системой фонтанных струй разрабатываются специальные компьютерные программы. Фонтаны с компьютерным управлением чаще всего предусматривают жесткую синхронизацию работы светоцветовых, музыкальных и гидравлических композиций.

Светодиодная и галогенная подсветка фонтана придает водным струям высокохудожественный эффект. Светильники нового поколения имеют высокопрочный корпус, работают в цветовой системе RGB (красный-зеленый-синий) и управляются дистанционно с пульта.

Органично вписываются в урбанизированные пространства и активно используются горожанами фонтаны, встроенные в мощения



площадей, бульваров, без возведения водной чаши.

Современные детские площадки оборудуются интерактивным игровым оборудованием в специальных плескательных бассейнах и ручьях, глубина которых не превышает 10-15 см. Игровое оборудование представляет собой винты Архимеда, шлюзы, дамбы и плотины, водные пушки. Важен сбор и вторичное использование дождевой воды для полива растений, очистка и обеззараживание воды, используемой в водных устройствах. Очистка и обеззараживание воды осуществляются механическим способом (фильтрация, аэрация), биологическим способом (аэробными и анаэробными бактериями) и химическим способом (с применением химических реагентов) [3, 4].

Инновационным стал метод возвращения природных водных объектов в города. Широую известность получило воссоздание реки Чхонгечон в Сеуле, которая с 1960-х годов текла в подземных трубах, под оживленной автомагистралью. В 2005 г. автомагистраль была снесена, а река воссоздана. Вдоль нее сформирован линейный водный парк «Чхонгечон» (Чистая река) протяженностью около 11 км с озелененными прогулочными путями вдоль реки, разнообразными фонтанами и каскадами. Перейти реку можно по 22 мостам или по специально выложенным камням. Линейный водный парк «Чхонгечон» стал достопримечательностью Сеула [5].

При проектировании и создании водных объектов в открытых городских пространствах применяются средовой, системный, ландшафтно-экологический подходы, а также инновационные методы водного благоустройства. Благодаря им в структуру урбанизированной среды органично внедряются современные дизайнерские разработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нефедов, В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды / В. А. Нефедов. – СПб: Санкт-Петербург, 2002. – 295 с.
2. Макознак, Н. А. Садово-парковые сооружения: тексты лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / Н. А. Макознак. – Минск: БГТУ, 2016. – 190 с.
3. Программа «FONTANPLAY» для управления фонтанами [Электронный ресурс] / «Musidora» – Режим доступа: fontankrasnodar.ru/o\_fontanPlay.htm – Дата доступа: 22.04.2020.
4. Технология фонтанов и искусственных водоемов [Электронный ресурс] / «OASE». – Режим доступа: [http://fontan.biz/files/catalog/60/%20OASE\\_small.pdf](http://fontan.biz/files/catalog/60/%20OASE_small.pdf). – Дата доступа: 22.04.2020.
5. Потаев, Г.А. Композиция в архитектуре и градостроительстве / Г.А. Потаев. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2014. – 220 с.

Студ. У.С. Гормаш  
Науч. рук. доц. Н.А. Макознак  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ СКВЕРОВ**

Городские скверы представляют собой небольшие (0,15–2 га) озелененные участки, предназначенные для кратковременного отдыха или художественно-декоративного оформления значимых в градостроительном отношении объектов – городских площадей, улиц, общественных и административных зданий, монументов.

Согласно данным по типологии городских скверов, они могут иметь планировку регулярную, свободную (пейзажную) или же смешанного в стилевом отношении характера. В зависимости от приемов размещения деревьев и кустарников сквер может быть открытого типа, с преобладанием приемов формирования горизонтальных растительных композиций, и закрытого типа с плотными посадками деревьев и кустарников по периметру и внутри территории [1]. По местоположению в городской застройке различают скверы у общественных зданий, в административно-общественном центре города, у памятников архитектуры или их комплексов, у сооружений транспортного назначения, в жилых районах и микрорайонах, у скульптурно-монументальных объектов.

Территория сквера может иметь разнообразную геометрическую форму, размещение входных зон и ландшафтно-планировочное решение сквера в целом зависит от расположения прилегающих улиц, направления основных пешеходных потоков. На площади с интенсивным пешеходным движением система дорожек сквера учитывает направление транзитных маршрутов, которые направляют по кратчайшему пути и изолируют от площадок отдыха. Композиция сквера-рекреации в жилом районе предполагает размещение аллей основного пешеходного движения, прогулочных троп, площадок для отдыха. Ширину основных аллей рекомендуется принимать 4–6 м, а второстепенных – 1,5–4 м. Основным элементом композиции сквера, как правило, является центральная площадка со скульптурой, фонтаном, цветочным или газонным партером, архитектурным сооружением [2].

На рекомендуемый для соблюдения в процессе архитектурно-ландшафтной организации баланс территории сквера по планировочным элементам (рис. 1) обычно оказывают влияние не только градостроительные (типологическая категория сквера, его назначение и предполагаемая посещаемость, др.), но и природно-климатические (рельеф, климат и т.д.) условия конкретного объекта проектирования.



**Рисунок 1 – Изменения рекомендуемого баланса территории скверов в зависимости от градостроительной ситуации**

В ландшафтном оформлении скверов из композиций зеленых насаждений преобладают аллеи посадки деревьев и древесно-кустарниковые группы. Элементы цветочно-декоративного оформления обычно сосредоточены у основного композиционного узла, у входных площадок и вдоль аллей. В среднем для скверов применяют нормы плотности посадок в 100–200 деревьев и до 1000–1200 кустарников на 1 га территории [3]. Учитывая особенности визуального восприятия сравнительно небольших по величине пространств скверов, особое значение имеет создание выразительных тематических растительных композиций (рокарии, розарии, мини-сады вьющихся растений, зеленая каркасная скульптура и др.), а также введение в ландшафт элементов декоративной скульптуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектурно-ландшафтный дизайн: теория и практика: учеб. пособие / под общ. ред. Г.А. Потаева. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013. – 320 с.
2. Краткий справочник архитектора: Ландшафтная архитектура / под ред. И.Д. Родичкина. – Киев: Будивэльник, 2004. – С. 158–160.
3. Скверы [Электронный ресурс] / Totalarch: Ландшафтная архитектура и зеленое строительство. – Режим доступа: <http://landscape.totalarch.com/node/36>. – Дата доступа: 24.04.2020.

Студ. И.И. Губарева  
Науч. рук. доц. С.А. Праходский  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СКВЕРОВ ЗА РУБЕЖОМ**

Как известно, сквер – достаточно небольшая озелененная территория (как правило 0,5–2 га), расположенная в городской застройке, предназначенная для кратковременной рекреации, транзитного движения пешеходов, а также для декоративного оформления участков городской застройки [1]. Скверы могут быть различных геометрических форм и конфигураций, однако существуют некоторые общие тенденции в их организации, которые, в свою очередь, зависят от широтного расположения объекта, а также от местных традиций и канонов озеленения.

Наблюдая за развитием городского озеленения на территории Европы (сквер возле Костела св. Анны в г. Вильнюс, Литва; сквер Стрёмпартеррен, Стокгольм, сквер возле церкви св. Петра в г. Мальмё, Швеция, сквер возле Венской ратуши, Вена, Австрия) можно заметить, что одними из основных требований, преобладающих на данной территории, является простота, лаконичность и минимализм [2].

Линейные объекты сквера, в частности дорожно-тропиночная сеть, устраиваются, как правило, в регулярном стиле, тогда как посадки больше подчиняются пейзажному или смешанному стилю. Отсутствует строгая формовка крон древесных растений, ей подвергаются только газон и некоторые кустарники. Дорожное покрытие чаще всего выполняется мощением из светлых материалов (рис. 1).



**Рисунок 1 – Сквер Стрёмпартеррен, Стокгольм, Швеция**

Наиболее характерным элементом на современном этапе можно назвать групповые посадки осоковых и злаковых растений, которые придают зеленому оформлению некоторую легкость и мягкость.

Малые архитектурные формы и элементы благоустройства также подчиняются законам минимализма и простоты и выполняются из различных материалов – дерево, бетон, металл (рис. 2).

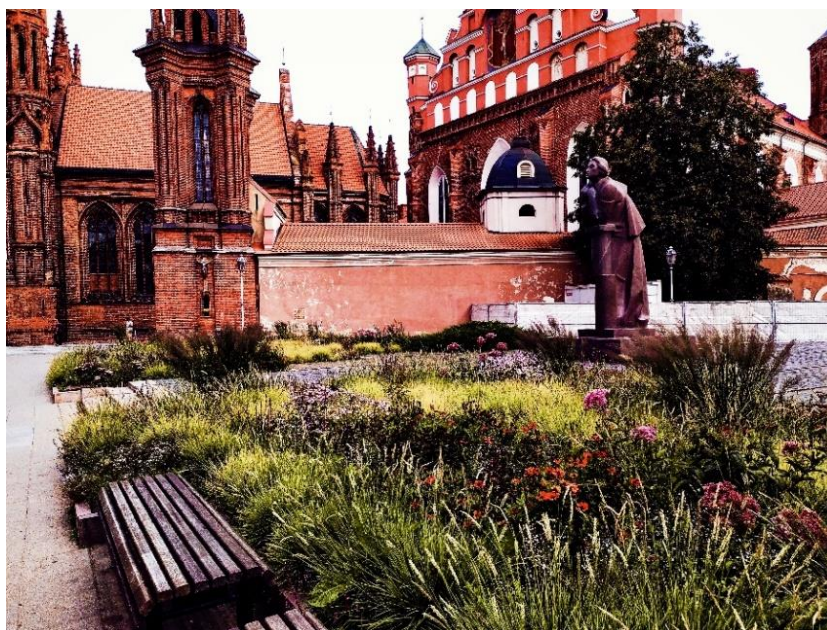


Рисунок 2 – Сквер в г. Вильнюс, Литва

Также, отличительной чертой современных зарубежных скверов является наличие декоративного искусственного освещения, которому на территории нашей страны, к сожалению, уделяют недостаточное внимание. Таким образом, можно выделить следующие основные тенденции ландшафтной организации скверов за рубежом: лаконичность, минимализм и простота оформления, смешанный стиль ландшафтного дизайна, а также создание систем декоративного освещения, активно взаимодействующих с посадками и малыми архитектурными формами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скверы [электронный ресурс] / Ландшафтная архитектура и зеленое строительство, Totalarch – <http://landscape.totalarch.com/node/36>. – 06.04.2020
2. Проект благоустройства и озеленения территории городского сквера [электронный ресурс] / Проектно-строительная компания НГСС. – [http://ngsserv.ru/blagoustroystvo-territorii/proekt-blagoustroystva-i-ozeleneniya-territorii-gorodskogo-skvera#jump\\_link\\_3](http://ngsserv.ru/blagoustroystvo-territorii/proekt-blagoustroystva-i-ozeleneniya-territorii-gorodskogo-skvera#jump_link_3). – 06.04.2020.

Маг. Е.В. Елистратова  
Науч. рук. зав. каф. Т.М. Бурганская  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ДВОРОВЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Детские игровые дворовые площадки несут важную функцию в развитии ребенка. Еще до поступления ребенка в дошкольное учреждение образования дети учатся коммуницировать, разрешать новые ситуации.

Так как площадки находятся в непосредственной близости от места жительства своего пользователя, большинство детей и родителей с маленькими детьми используют их для прогулки.

В связи с этим детские площадки должны отвечать определенным требованиям: быть безопасными, современными и интересными; давать возможность детям в разумной степени рисковать и испытывать свои силы, самим придумывать игры, а не играть по определенному сценарию; развивать детей и знакомить с окружающим миром; иметь места отдыха для родителей, пока их дети играют.

Детские игровые площадки для детей с ограниченными возможностями кроме общих требований, предъявляемых к детским площадкам, характеризуются некоторыми особенностями.

Детям с ограниченными возможностями часто бывает трудно взобраться на горку или качели.

Чтобы адаптировать игровую зону для особенных ребят и создать оптимальные условия для спорта и игр, нужно обратить внимание на несколько ключевых моментов.

Детская площадка для инвалидов обязательно должна быть оснащена перилами и пандусами. Они обеспечивают:

- безопасный въезд и выезд;
- комфортное передвижение внутри площадки;
- свободный доступ к игровым элементам.

Игровые комплексы для детей-инвалидов должны иметь дополнительную площадь для обеспечения возможности размещения и разворота на ней инвалидной коляски.

При проектировании игровых площадок для инвалидов стоит учитывать физические особенности детей. Например, для слабовидящих необходимо установить конструкции с множеством мелких деталей. Это способствует развитию тактильных ощущений.

При проектировании игрового городка для ребят с ограничен-

ными возможностями следует принимать во внимание тот факт, что расстояние между различными конструкциями должно быть больше, чем на обычной площадке.

Также необходимо уделить особое внимание покрытию площадок. Поверхность территории должна быть ровной, без уклонов и неровностей, чтобы обеспечить безопасное передвижение ребят на колясках.

Покрытие из резиновой крошки не допускает скольжения, хорошо пропускает влагу (например, во время сильного дождя), таким образом, дети могут играть на площадке даже в плохую погоду.

В настоящее время существует большое количество предложений различных игровых комплексов, качелей, горок, качалок, песочниц, подходящих для игры детей с ограниченными физическими возможностями. Но только вкуче с «безбарьерной» средой можно реализовать детскую площадку для игры здоровых детей и детей-инвалидов.

Детская площадка является хорошим стимулом и основой для начала социализации детей с ограниченными возможностями, где одновременно смогут играть и здоровые дети, и дети-инвалиды. Так как у детей дошкольного и младшего школьного возраста игровая деятельность является одной из ведущих [1].

Что касается озеленения, то применяются общие правила, касающиеся озеленения детских игровых площадок. Ассортимент растений должен быть тщательно подобран.

Запрещается использовать ядовитые растения, растения с колючками, аллергенные растения в большом объеме, способные вызывать аллергию во время массового цветения.

**Заключение:** При проектировании детских дворовых игровых площадок для детей с ограниченными возможностями необходимо руководствоваться как общими требованиями, предъявляемыми к детским площадкам, так и специальными, учитывающими физические особенности детей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nkj [Электронный ресурс] / Бизнес-план. Интегрированная детская площадка для детей-инвалидов «Мы вместе». – Режим доступа: <https://www.nkj.ru/konkurs/detail.php?ID=22284>. – Дата доступа: 04.05.2020.

2. И. А. Корепанова-Котляр, М. В. Соколова. Детская площадка как феномен детской субкультуры [Электронный ресурс] /Режим доступа: <https://vo.hse.ru/data/2017/06/27/1171138583/Korepanova.pdf>. – Дата доступа: 04.05.2020.

Студ. Р.Г. Караневский  
Науч. рук. ассистент Н.В. Серко  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА БЛАГОУСТРОЙСТВА ПРИШКОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Школа – учебное заведение для получения общего образования. В широком смысле слово может применяться к названию любого образовательного учреждения. Первоначально греческое *σχολή* означало «досуг, свободное времяпровождение», затем стало применяться как «занятия на досуге», затем – «учебные занятия», «беседа философов» [1].

Представление о том, как должен выглядеть школьный двор, сформировалось в 1930-х годах. Здесь должны были проходить уроки физкультуры, естествознания, труда, военного дела и ботаники, а во внеурочное время двор становился местом отдыха. Подробнее всего была описана спортивная зона, куда, помимо гимнастических снарядов, футбольного и волейбольного поля, включались площадки для игр в городки и даже крокета [2].

Сегодня чаще всего выполняются самые минимальные требования: на территории школы устраивают одну спортивную площадку; зоной отдыха, в лучшем случае, служит детская площадка, зачастую же – пустующее пространство. Кроме того, в течение последних десятилетий наблюдается тенденция постепенного закрытия школьной территории и самого здания от посторонних, что связано с повышением уровня тревожности в обществе, угрозой терроризма, ужесточением режима активной безопасности, стремлением к индивидуализации и многими другими причинами. В результате, символом обычной школы в глазах прохожего, не имеющего отношения к образовательному процессу, становится бесконечный серый забор [2].

Если обратиться к международному опыту, то в нем сочетаются разные подходы. Есть города и страны с огороженной и закрытой для прохода территорией, в первую очередь это США и мегаполисы центральной Европы. Но довольно часто встречаются и полностью открытые школьные пространства, органично включенные в городскую жизнь, как, например, в Исландии, Финляндии, Дании [2].

Школа Saunalahti находится в финском городе Эспоо (Финляндия) и спроектирована архитекторами компании «Verstas Architects». Нестандартное здание представляет собой многофункциональный комплекс, включающий помещения для начальной и средней школы, детский сад, дом молодежи, театральные и спортивные залы, библио-



теку и столовую. Концепция проекта школы предполагает минимум ограничений в ходе учебного процесса. По этой причине дворовая территория школы не оборудована ограждением. Школьный двор максимально подготовлен для того, чтобы дети могли гулять на большой перемене. Он разбит на площадки для разных возрастов [3].

Школа в г. Мосфедльсбайр, расположенная в 15 км от Рейкьявика, рассчитана на 500 учащихся. Здание своими формами словно «играет» с окружающим ландшафтом, образуя с ним единое целое. [4]. Территория школы используется по максимуму: был создан искусственный холм, в который была вписана школа, что может быть использовано как хорошая зона отдыха, местом для проведения мероприятий и для физических активностей.

Заслуживают внимания и ряд школ, расположенные на территории Беларуси, имеющие нестандартные подходы в архитектурно-планировочном решении пришкольных территорий. К примеру, необычная школа для обычных детей в Новой Боровой. В проекте, разработанном международной командой архитекторов специально для Новой Боровой – просторный атриум в виде амфитеатра вместо стандартного вестибюля, зоны тишины и отдыха для школьников разных возрастов, и даже выходы на эксплуатируемую крышу. На улице запроектированы зоны для игр, отдыха и занятий спортом: универсальное поле, поле для мини-футбола, скейт-парк, желтые беговые дорожки. Рядом установили бетонные стены для граффити.

Пришкольная территория – важная составная часть образовательной среды, где протекает процесс воспитания, социализации и развития личности ребенка. Поэтому, благоустройство школьной территории необходимо не только для создания положительного имиджа образовательного учреждения в целом, но и для создания хорошего эмоционального настроения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Школа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Школа>. – Дата доступа: 05.05.2020 г.

2. Школьная территория [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eddesignaward.com/shkolnyj-dvor-centr-socialnoj-zhizni-ili-pustujushhie-za-zaborom-metryf>. – Дата доступа: 05.05.2020 г.

3. Школа Saunalahti [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.domostroyenn.ru/statyi/mirovaya-arhitektura/shkola-saunalahti-v-gorode-esproo-fmlyandiya>. – Дата доступа: 05.05.2020 г.

4. Школа в городе Мосфельдбайр [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nordiz.wordpress.com>. – Дата доступа: 05.05.2020 г.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДЕКОРАТИВНЫХ  
РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДЕТСКИХ  
УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

При создании тематических цветников в зонах отдыха детей, цветников партерного типа перед главным корпусом детского учреждения здравоохранения; при создании цветочно-декоративных композиций с использованием мобильных контейнеров, учитывают один из трех принципов подбора ассортимента декоративных растений: экологический, фитоценотический и декоративный [1].

При использовании экологического принципа в процессе подбора состава цветочно-декоративных растений во внимание принимают принадлежность растений к определенным экологическим группам и экологическую ситуацию на территории объекта проектирования. Фитоценотический принцип заключается в грамотном сочетании в композициях цветочно-декоративных растений подобранного ассортимента. Декоративный принцип подбора состава цветочных культур направлен на создание композиций, в которых используемые растения определенной видовой принадлежности будут подчеркивать художественно-декоративные качества растений других видов. На рассматриваемых территориях может применяться разнообразный ассортимент цветочно-декоративных растений в различных цветовых и ароматических сочетаниях, что имеет не только декоративное и оздоровительное, но и учебно-познавательное значение. Для создания сада ароматов рекомендуются гиацинт, тюльпан, нарцисс, матиолла, лилейник, лилия, роза, флокс, хризантема, гвоздика, виола, резеда, алиссум, бархатцы, настурция и др.; для сада осязаний – хоста, чистец, цинерария, виола, очиток, кохия, злаковые травы и др. При подборе цветочно-декоративных растений для детских учреждений здравоохранения необходимо учитывать вредные воздействия на организм человека пыльцы растений, являющейся причиной поллиноза – пыльцевой болезни, поражающей носоглотку и вызывающей насморк, кашель, головную боль [2].

В озеленении детских учреждений здравоохранения рекомендуется создавать композиции с использованием гипоаллергенных растений, производящие малое количество пыльцы. К декоративно-цветущим гипоаллергенным видам растений относят: бегония, крокус,

нарцисс, хоста, бальзамин, ирис, лилия, виола, барвинок, петуния, флоксы, розы, тюльпан, вербена, цинния, эшшольция, дельфиниум, лобелия, пион, очитки, таволга, гвоздика и др. Почвопокровными гипоаллергенными культурами являются: котула, вероника ползучая, будра, живучка, мазус, гейхера, зеленчук, михения, бакопа, белый клевер, барвинок, шиловидный флокс и др. Декоративно-лиственные растения-гипоаллергены: хосты, тысячелистник, колеус, манжетка, бузульник, гейхера, кохия, ирезине, вербейник монетчатый, бадан и др. Пряно-ароматические растения-гипоаллергены: лаванда, мята, шалфей, тимьян и розмарин, котовник, полынь. Водные растения-гипоаллергены: кувшинки, лотосы, элодея, роголистник [3].

Если планируется использовать в озеленении широкий ассортимент злаковых трав, то ассортимент подбирается с учетом зоны зимостойкости растений. Для города Минск рекомендуется использовать злаковые растения 4–6 зоны зимостойкости: щучка дернистая, бутелуа боковая, сорта вейника остроцветкового, ожика волосистая, бухарник мягкий, трипсакум, осока, келерия сизая, лисохвост альпийский, перловник реснитчатый и др.

**Заключение.** Для создания цветочно-декоративных композиций на территориях детских учреждений здравоохранения перспективен достаточно широкий ассортимент цветочных культур. Всегда важно учитывать специализированную направленность детского учреждения здравоохранения. Когда в качестве реабилитации детям необходимо наличие зоны активной игровой деятельности, важно получать эмоции радости, то рекомендуется создавать цветочно-декоративные композиции в контрастной цветовой гамме. Для тихого отдыха, лечения и реабилитации детей, которым нельзя получать ярко выраженные эмоции, предпочтительнее создавать цветники в нюансной цветовой гамме, оказывающие мягкое успокаивающее воздействие.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельничук И.А., Цымбал Г.С. Трубачева Т.А. Декоративное растениеводство. Древодводство: Методические указания к лабораторным работам. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. 63 с.
2. Cyberleninka [Электронный ресурс] / Проблема пыльцевой аллергии в Республике Беларуси. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-pyltsevoy-allergii-v-belarusi>. – Дата доступа: 20.04.2020.
3. Ogorod [Электронный ресурс] / Гипоаллергенный сад. – Режим доступа: <https://www.ogorod.ru/ru/main/trends/14426/Gipoallergennyu-sad-rasteniya-kotoryye-mozhno-i-nelzya-vyrashchivat-allergikam.htm>. – Дата доступа: 20.04.2020.

Студ. Д.В. Лазаревич  
Науч. рук. ассист. И.К. Зельвович  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА ИМ. ПОБЕДЫ В Г. МОЛОДЕЧНО**

Парк культуры и отдыха им. Победы располагается в центральной части города Молодечно рядом с Центральной площадью на территории исторической местности Геленово и является частью водно-зелёного диаметра города. Центральный парк города основан в 1946 г. На территории площадью 45 га постановлением от 17.10.1945 года было решено начать озеленительные работы в парке г. Молодечно. В послевоенные годы парк продолжал свое развитие. Таким образом, парк стал вторым по размеру на всей территории Беларуси, уступая только парку Победы в Минске. В декабре 1982 года в парке Победы открылся мемориальный комплекс в честь освободителей Молодечно от немецко-фашистских захватчиков (скульпторы И. Н. Глебов и А. М. Заспицкий, архитекторы Ю. И. Казаков и Ю. Б. Беланович). В последующие годы в парке установлен ещё ряд монументов: памятный знак Героям Советского Союза (2010 г.), памятный знак воинам-интернационалистам (2010 г.), мемориальный знак «Мученикам за независимость» (1990 г.), мемориальная доска в память о закладке аллеи в честь 75-летия УВД Минского областного исполнительного комитета (2014 г.) [1].

Парк культуры и отдыха им. Победы реконструирован в 2011 г. к Республиканскому фестивалю-ярмарке тружеников села «Дожинки», который проводился в Молодечно. В парке появились два искусственных водоема, фонтаны с цветной подсветкой. В планировочном отношении территория характеризуется уже сложившимися транзитными пешеходными маршрутами, связывающими основные функциональные центры объекта в единое целое и обеспечивающие транзит по территории парка. Кроме того, основные и дополнительные входы обеспечивают связь с центром и прилегающими улицами города. В парке используется плиточное покрытие дорожно-тропиночной сети, оно в хорошем состоянии, замечены единичные экземпляры плитки со сколами и трещинами. Состояние газона на объекте можно характеризовать как удовлетворительное. Поверхность газона с заметными неровностями, травостой неровный, с примесью сорняков, цвет зеленый, наблюдается небольшое количество промоин и вытопанных мест.

Основными типами насаждений являются рядовые и групповые посадки деревьев, представленные следующими древесными порода-

ми: береза повислая, клен остролистный, клен ясенелистный, тополь белый, лиственница европейская и др.

По данным перечета на сегодняшний день на территории парка произрастает 864 экземпляра древесных растений. Состояние растений по характеру роста и развития можно оценить как отличное и хорошее, т. к. растения обильно цветут и плодоносят, достигают крупных размеров, сохраняют присущий им габитус, вполне зимостойки. Декоративная оценка растений позволила отнести их ко 2-му классу, поскольку древесные растения сохранили свой естественный габитус, находятся в хорошем состоянии и имеют достаточно декоративную крону и ствол. Значительную территорию объекта занимают аллеи посадки березы повислой, которые не только оформляют пешеходные дорожки, но и разделяют территорию парка на определенные участки, которые могут быть использованы для создания функциональных зон при проектировании объекта. Старых одиночных и групповых посадок деревьев на объекте сохранилось мало. Все групповые и солитерные посадки кустарников были осуществлены во время реконструкции парка в 2011 г. Цветников на территории парк мало. Состояние цветочных культур можно оценить, как удовлетворительное. Однако ассортимент цветочных культур (7 видов) не позволяет считать цветочное оформление парка достаточным. При обследовании территории парка также оценивалось состояние малых архитектурных форм, расположенных на территории объекта. В парке города Молодечно имеется большое количество МАФ. Однако следует отметить и тот факт, что размещение их неравномерно по всей территории парка. В отдельных удаленных частях парка заметна нехватка мест для отдыха. И так как эти участки парка примыкают к кварталам жилой застройки, оборудование мест отдыха позволило бы привлечь посетителей во все уголки парка и равномерно распределить антропогенную нагрузку по всей территории ландшафтного объекта. В центральной части парка также расположены зона аттракционов, амфитеатр, искусственная водная система и фонтаны. Фонтаны оснащены подсветкой, которая в вечернее время и делает их вид более ярким и интересным. С расположенной на островке ротонды открывается прекрасный вид на озеро. На сегодняшний день парк является неотъемлемой частью инфраструктуры города, это место проведения праздников, ярмарок, народных гуляний, фестивальных и спортивных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парк культуры и отдыха им. Победы [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.openarium.ru/poi/14860924/>. – Дата доступа: 23.04.2019.

**ВОЗМОЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ  
СТАРИННЫХ САДОВО-ПАРКОВЫХ ОБЪЕКТОВ  
И ИХ ЗАЩИТЫ ОТ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ  
ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

К настоящему времени насаждения большинства исторических садово-парковых объектов на территории Беларуси как регулярной стилистики, формировавшиеся в начале XVIII в., так и пейзажной (несмотря на то, что отказ от строгой формовки растений в более поздний период благоприятно сказывался на их росте и развитии) претерпели значительные изменения [1]. Многие композиции безвозвратно утрачены либо сохранились лишь фрагментарно, причем на жизнестойкость различных видов растений оказали влияние как сильное антропогенное воздействие, так и естественные биологические процессы. Проведенный анализ сохранившихся исторических садово-парковых объектов Кобринщины выявил полное или частичное разрушение композиций насаждений, вызванное антропогенным воздействием, в частности, изменением геоэкологической ситуации, когда в результате строительно-хозяйственных земляных работ ухоженные плодородные почвы нередко оказывались разрушенными. Большое влияние на снижение устойчивости насаждений исторических садово-парковых объектов оказало и значительное изменение гидрологической ситуации в результате проведения во второй половине XX в. мелиоративных работ, что послужило причиной резкого снижения уровня грунтовых вод. Помимо этого, многие исторические системы водорегулирования, создававшиеся первоначально на территориях садово-парковых объектов, были преобразованы, что в целом привело к таким негативным последствиям, как подтопление территорий парков грунтовыми водами, частичное заболачивание либо, наоборот, осушение парковых водоемов и в целом всей территории парков. Данные процессы губительны для чувствительных видов растений, среди которых встречаются как традиционные для парков породы (дуб, яблоня), так и редкие интродуценты, высаживавшиеся прежде на территориях старинных дворцово-парковых ансамблей и усадеб [2]. Негативное влияние на состояние ценных насаждений часто оказывало и соседство производственных объектов, при строительстве которых не всегда учитывались специфика технологических процессов и особенности их воздействия на исторические парковые ландшафты.

В целом, факторы, негативно отражающиеся на жизнеустойчивости старовозрастных садово-парковых насаждений, могут быть условно подразделены на процессы естественного биологического характера (возраст насаждений в большинстве случаев превышает 100 лет), стихийные явления (неблагоприятные природные условия – засуха, наводнение, ураган, др.) и факторы, вызванные антропогенным влиянием (прямая и косвенная деятельность человека).

Разработка мероприятий по защите старовозрастных насаждений с учетом первой группы факторов включает в себя анализ и отбор наиболее приемлемых способов уменьшения негативных возрастных последствий, как при помощи механических способов защиты растений, так и при помощи проведения санитарно-защитных мероприятий, способствующих улучшению условий произрастания старинных насаждений (удаление сухих, аварийных деревьев, обработка ран и дупел, санитарная обрезка ветвей, механическая поддержка (стяжка) ветвей или стволов деревьев, снижение захламленности территории, проведение надзора за состоянием насаждений и др.) [3]. Природные явления стихийного характера не могут быть предупреждены, однако их негативные последствия могут быть сглажены при проведении указанных выше защитных мероприятий. Так, установка бандажных колец с целью предупреждения возможности раскола ветвей старовозрастного экземпляра дерева способствует увеличению его устойчивости при сильном шквалистом ветре. Негативные факторы третьей категории часто носят необратимый характер в силу изменения первоначальных природных, почвенно-грунтовых и гидрологических условий. Однако организация санитарно-защитных зон вокруг старинных насаждений, регулирование прямого антропогенного воздействия, оценка и поиск путей минимизации отрицательного влияния прилегающих к историческим паркам предприятий позволят уменьшить воздействие факторов данной группы. Тем не менее, эффективному сохранению старинных садово-парковых насаждений может способствовать лишь проведение комплекса защитных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулагин, А.Н. Архитектура дворцово-усадебных ансамблей Белоруссии / А.Н. Кулагин. – Минск: Наука и техника, 1981. – 134 с.
2. Деркач Н.И., Чекашина Е.В. Опыт воссоздания парковой среды при реставрации «увеселительного сада» усадьбы Останкино // Лесной вестник. 2006. № 2. С. 171–180.
3. Теодоронский, В.С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры / В.С. Теодоронский, Е.Д. Сабо, В.А. Фролова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

Студ. Л.Н. Садовская  
Науч. рук. доц. О.М. Березко  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА ИДЕИ-КОНЦЕПЦИИ ОБЪЕКТА ОЗЕЛЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ «ДУХА МЕСТА»**

Дизайн – это диалог, а концепция гарантирует, что вам есть, о чем поговорить. Архитектор Эрик Райнольдс [1]

Концепция – это один из инструментов ландшафтного проектировщика, который, при умелом его использовании, позволяет сделать сильный профессиональный проект [2]. При разработке концепции существуют несколько источников вдохновения. Наиболее выразительной и эмоциональной является концепция, основанная на «духе места».

«Дух места» – это образ, создаваемый на протяжении существования объекта и формирующий определенные эмоции и ассоциации. Этот образ складывается из совокупности свойств и качеств природной, архитектурной и социальной среды, отвечающих за индивидуальность определенной территории и эмоционального восприятия этой местности на интуитивно-чувственном уровне.

Поиск уникальности и аутентичности в архитектуре и ландшафте в настоящее время становится все более актуальной задачей. Ведь разработка проекта благоустройства – это всегда проект конкретного участка, местности, которое обладает не только объективными параметрами, но и индивидуальным характером. Особенно актуально это стало при ускоренном росте городов, когда городские пространства постепенно начали терять свою уникальность, во многом из-за пренебрежения проектировщиков к понятию «духа места». При этом, одновременно с обретением новых качеств городских пространств, отвечающих одной или нескольким градостроительным функциям, формируется новое состояние природной среды [2].

Одним из основополагающих элементов «духа места» является ландшафт. Именно с помощью ландшафта можно создавать наиболее эмоциональные и выразительные составляющие пространства. Поэтому необходимо особенно тщательно подойти к оценке существующей ситуации: рельефу, микроклимату, инсоляционному режиму, почве, растительности, наличию биоценозов на участке, таких как лес, или луг. Здесь нет незначительных объектов, важно все, в том числе и прилегающие территории с открывающимися видами, которые также способны придать аутентичности месту. Задача ландшафтного проектировщика в этом случае не обезличить ландшафт участка, а сохранить его индивидуальность, подчеркнуть особенности [2] (рисунок 1).





**Рисунок 1 – Проект Hvidovre Beach Park (Видовре, Дания, 2017).  
Береговая линия реки Видовре была использована  
как прототип формы подпорных стенок**

Второй важнейшей составляющей «духа места» является архитектура, отражающая региональные, климатические, культурные особенности места, социальную направленность, а также эмоции человека, его взгляд на прекрасное. Архитектура не существует вне места, она взаимодействует с окружающим пространством и может существенно его изменить [2]. Существующие на территории архитектурные постройки способны задать не только определённую стилистику, но и стать отправной точкой для концепции всей территории [1] (рисунок 2).



**Рисунок 2 – «Картофельный ансамбль», арх. Юлиус Таминиау, Нидерланды.  
Бывшая ферма стала памятником сельской жизни, выражающим  
скромные ценности и более простой образ жизни**

Таким образом, возвращение «духа места» поспособствует уникальности пространства, улучшит ориентацию человека в пространстве и его эмоциональное восприятие местности интуитивно-чувственном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция в ландшафтном проектировании: понятие, идеи для вдохновения. Режим входа: <http://проландшафт.бел/kontseptsiya-landshaftnogo-proekta-chast-2-3/>. Дата входа: 06.05.2020

2. Нестандартный проект. Часть 4. «Дух места». Режим входа: [http://www.nb-garden.ru/public/pub41/pub\\_41\\_1.html](http://www.nb-garden.ru/public/pub41/pub_41_1.html). Дата входа: 06.05.2020.

## **СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПР. ДЗЕРЖИНСКОГО И УЛ. ЧЮРЛЕНИСА В Г. МИНСКЕ**

Зеленые насаждения любого города – неотъемлемая часть его планировочной структуры и архитектуры. Они входят в систему жизнеобеспечения города как важнейший средообразующий и средозащитный фактор. Растительность в городе выполняет многообразные полезные функции санитарно-гигиенического, почвозащитного и противозерозионного, водоохранного и климаторегулирующего характера. Она к тому же является важным социальным стабилизирующим фактором, обеспечивая повседневные потребности человека в краткосрочном отдыхе, снижая напряженность и конфликтность городской среды и облагораживая условия обитания человека.

Загрязненность атмосферы, особенно в крупных промышленных городах и вдоль магистральных улиц с интенсивным движением автотранспорта, повышенная температура и сухость воздуха здесь в летний период, непрерывно растущая численность городского населения создают тяжелые условия для роста и развития декоративных растений. В таких условиях снижается их устойчивость к вредителям и болезням, декоративность и жизнеспособность.

Одним из важнейших этапов благоустройства и озеленения участков населенных мест является предпроектный этап. Инвентаризация существующих зеленых насаждений – обязательный вид работ, проводимый на предпроектном этапе.

Объектом исследования являлся участок пр. Дзержинского в г. Минске на пересечении с ул. Чюрлениса. При изучении существующих зеленых насаждений были рассмотрены различные типы насаждений (древесно-кустарниковые посадки, цветники, газоны), проанализировано их общее санитарное состояние и факторы, снижающие жизнеспособность и декоративность растений.

По результатам проведенной инвентаризации зеленых насаждений было установлено, что на территории объекта произрастает 78 деревьев и 124 кустарника, представленных шестью и тремя видами соответственно.

Среди деревьев преобладают лиственные виды: липа крупнолистная, тополь бальзамический, клен остролистный и дуб черешчатый. Одиночно встречается груша обыкновенная и туя западная в контейнерном оформлении. Кустарники в большей степени представлены

спиреей японской, встречается арония черноплодная.

Большинство деревьев, в количестве 63 экземпляров (81%), имеют хорошее состояние (без признаков ослабления или ослаблены незначительно). Состояние кустарников, преимущественно, удовлетворительное и требуют замены 106 экземпляров (85%), а остальные 18 (15%) кустарников имеют хорошее состояние.

В ходе обследования древесно-кустарниковых насаждений было выявлено, что 45% деревьев и кустарников поражены вредителями и болезнями, что вызывает необходимость проведения защитных мероприятий. Некоторые экземпляры требуют замены.

Оценка состояния газона показала, что на большей части территории объекта поверхность газона находится в неудовлетворительном состоянии: травостой изреженный, неоднородный, с примесью сорняков, цвет бледно-зеленый. Есть участки с поврежденным травяным покровом, а также с практически полным его отсутствием. Следовательно, требуется проведение мероприятий по ремонту газона: удаление сорной растительности, подсев газонных трав, замена травяного покрова на участках с сильной степенью засоренности. Кроме этого, следует рекомендовать соблюдать агротехнику выращивания, проводить своевременный полив и подкормки.

Цветочное оформление исследованного участка представлено одним цветником, который располагается на небольшом откосе и выполнен в регулярном стиле (рабатка). Ассортимент растений, входящих в состав цветника, включает широко распространенные однолетние цветочные культуры: бегонию всегдацветущую, агератум мексиканский, цинерарию приморскую, альтернантеру Рейнека. Состояние цветника в целом удовлетворительное: рисунок читается, но наблюдается небольшое угнетение роста и несколько ослабленное цветение растений, размеры некоторых растений уменьшены.

Таким образом, исходя из проведенных наблюдений, можно дать удовлетворительную оценку озеленению участка пр. Дзержинского на пересечении с ул. Чюрлениса.

Деревья выглядят в отличие от других элементов озеленения вполне здоровыми и развитыми, но все же они имеются поврежденные экземпляры. В большей степени, озеленение территории требует значительного ремонта и реконструкции отдельных элементов. Для решения надлежащих проблем следует проведение мероприятий по уходу и лечению поврежденных растений, ремонт и замена, посадка новых деревьев, кустарников, декоративно-цветочных растений и посев газона. Реализация предложенных мероприятий позволит достичь необходимого декоративного и экологического эффекта.

Маг. В.И. Скорбовская,  
Науч. рук. доц. О.П. Евсева  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

**АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА  
СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ  
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ  
ГОРОДСКИХ ПАРКОВ**

Исторически складывается так, что парки и скверы в любом городе считаются одними из самых популярных и посещаемых мест. Перспектива развития каждого объекта озеленения определяется с учетом функционально-планировочных, оздоровительных, эстетических и других факторов, взаимосвязанных между собой.

Проектирование и устройство современного городского общественного парка требуют ревитализации подходов с учетом всех тех временных изменений, которые происходят как в обществе, так и внутри самого человека. Именно с заботой о человеке и пространствах, создаваемых для его комфортной жизни, в том числе в контексте парковой среды, стоит обратиться к пространственно-временному проектированию.

Рациональное проектирование функций должно привести к рациональному функционированию парков и, как следствие, созданию динамических парковых структур с пространствами, «открытыми» к современным и изменяющимся интересам человека и общества [1].

Для анализа зарубежного опыта создания городских парков были выбраны популярные парки в крупных городах России – Центральный парк культуры и отдыха им. Горького в Москве, Парк «Солнечный остров» в Краснодаре, Парк «Ривьера» в Сочи, Парк культуры и отдыха «Сокольники» в Москве.

Данные парки являются популярным местом отдыха для жителей и туристов городов, в них имеются пространства для отдыха, занятий спортом, танцами, игр на свежем воздухе, места организации для проведения масштабных праздников, культурно-массовых и зрелищных мероприятий и пр.

Кроме этого, парки хорошо оборудованы, благоустроены, созданы в духе новых современных тенденций дизайна.

Для анализа отечественного опыта создания городских парков были выбраны наиболее популярные парки города Минска – Центральный детский парк им. М. Горького, Парк им. Челюскинцев, Парк Победы, Парк им. 900-летия. Парки имеют достаточно большую площадь (от 30 до 200 га), но с точки зрения эффективной организации

пространства нельзя выделить многообразие видов деятельности, которые можно осуществлять в данном типе объектов благоустройства. В основном они представляют собой большие зеленые массивы с хорошей дорожно-тропиночной сетью, места для тихого отдыха и занятия спортом, несколько детских площадок или аттракционов. В данных парках учтены не все социальные факторы эффективной функционально-пространственной среды – демографический состав населения, специфика интересов и мобильность различных социально-возрастных групп.

Проанализировав отечественный и зарубежный опыт создания городских парков, можно сделать вывод, что в настоящее время при ландшафтном проектировании парков (лесопарков) необходимо разрабатывать креативные, творческие подходы к формированию и благоустройству объектов озеленения.

Новые подходы к проектированию парков (лесопарков) ориентированы на современную, комфортную, гармоничную и целостную предметно-пространственную среду.

Цель при проектировании парка – создать концептуальное, многофункциональное пространство с использованием современных технологий, материалов, оборудования, малых архитектурных форм, с учетом действующих норм и правил.

Правильно спроектированная парковая среда должна учитывать:

- особенности видов деятельности посетителей различных возрастных групп (от детей до пожилых людей);
- разнообразные интересы социальных сообществ таких, как семья, или детская, молодежная, пожилая группы, или иного рода коллективы;
- особенности устройства рекреационных пространств, необходимые разнообразным социальным группам;
- временные рамки (суточные и годового круга), когда будут задействованы эти рекреационные пространства.

Таким образом, основное назначение городских парков – обеспечение отдыха посетителей и воспитательная работа с ними.

Основным требованием к паркам является наличие зоны тихого отдыха с прогулочными подзонами, зона активного отдыха для массовых развлечений, зрелищ, а также игровые и спортивные площадки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоренко, М.В. Системы озеленения населенных мест. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. II. Парк: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство»/ М.В. Сидоренко. – Минск: БГТУ, 2016. – 134 с.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
РОДА БАРБАРИС, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ДЕНДРАРИИ  
ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД  
НАН БЕЛАРУСИ»**

В настоящее время остро стоит вопрос о расширении ассортимента декоративно-цветущих и декоративно-лиственных кустарников для использования в озеленении городов и приусадебных участков. Перспективными в этом отношении на территории Республики Беларусь являются представители рода Барбарис. По своим декоративным качествам представителей данного рода можно отнести к декоративно-лиственным, декоративно-цветущим и красивоплодным кустарникам. Барбарис (лат. *Berberis*) – крупный род, включающий более чем 500 видов вечнозеленых, полувечнозеленых или листопадных кустарников, реже небольших деревьев, или многолетних трав семейства Барбарисовые (*Berberidacea*) [1]. В ходе исследования было изучено видовое разнообразие барбарисов, их количество и особенности размещения в дендрарии, а также была определена категория состояния. Отнесение кустарников к той или иной категории состояния проводилось по 5-балльной шкале с учетом комплекса признаков: цвет листьев и густота кроны, наличие сухих ветвей, поврежденность вредителями, болезнями (таблица).

Как видно из таблицы, ассортимент барбарисов в дендрарии представлен 24 видами. Размещение всех растений в дендрарии ботанико-географическое с экспонированием дендрофлор Беларуси, Восточной Азии, Северной Америки, Западной и Центральной Азии, Кавказа [2]. Распределение барбарисов по секторам неравномерное. Большая часть барбарисов (19 видов) произрастают в секторе Восточной Азии. Чуть меньше представителей рода Барбарис (4 вида) встречается в секторе Западной и Центральной Азии. Сектор северной Америки представлен 2 видами (Б. черешковый и Б. канадский); сектор Кавказа – одним видом (Б. Пуаре).

Инвентаризация растений показала, что большинство экземпляров барбариса (17 шт., 65,5%) можно отнести к первой категории жизнеспособности (без признаков ослабления). Вторая категория (ослабленные) – 7 шт. (26,9%). На третью (сильно ослабленные) и четвертую (усыхающие) категории приходится по 3,8% (по 1 экземпляру растений). Растения пятой категории состояния отсутствуют.

**Таблица – Результаты инвентаризации коллекции барбарисов в дендрарии  
ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»**

Видовое название барбариса		Количество растений, шт.	Категория состояния, балл	Видовое название барбариса		Количество растений, шт.	Категория состояния, балл
русское	латинское			русское	латинское		
Б. амурский	<i>B. amurensis</i>	2	2	Б. Генри	<i>B. henryana</i>	1	1
Б. азиатский	<i>B. asiatica</i>	2	3	Б. разноножковый	<i>B. heteropoda</i>	1	1
Б. Бретшнейдера	<i>B. Bretschneiderii</i>	1	1	Б. илийский	<i>B. iliensis</i>	1	1
Б. канадский	<i>B. canadensis</i>	3	1	Б. Гансуйский	<i>B. kansuensis</i>	1	1
Б. китайский	<i>B. chinensis</i>	1	2	Б. карминовый	<i>B. karminea</i>	1	1
Б. краепильчатый	<i>B. circumcerrata</i>	1	1	Б. корейский	<i>B. koreana</i>	3	1
Б. корейский	<i>B. coreana</i>	2	1	Б. мягколистный	<i>B. mitifolia</i>	3	2
Б. Диафана	<i>B. diaphana</i>	1	2	Б. продолговатый	<i>B. oblonga</i>	1	1
Б. Дильса	<i>B. dielsiana</i>	2	1; 4	Б. черешковый	<i>B. petiolaris</i>	1	4
Б. Джеральда	<i>B. giraldii</i>	1	2	Б. Пуаре	<i>B. poiretii</i>	2	1
Б. зеленоватый	<i>B. virescens</i>	1	2	Б. красный	<i>B. rubrostilla</i>	1	1
Б. чащобный	<i>B. virgetorum</i>	2	1	Б. туркменский	<i>B. turcomanica</i>	1	1

Из этого можно сделать выводы: кустарники вне зависимости от даты посадки успешно прошли интродукционный период; удачно подобраны места посадки, рН и состав почвы, степень увлажнения и инсоляционный режим соответствуют требованиям растений; уход за растениями проводится систематически: своевременно убираются старые ветви, прореживается густая поросль, ведется обработка от вредителей и болезней, проводятся полив и подкормки. С точки зрения фенологического состояния, подавляющее большинство видов на момент исследования были в фазе обильного плодоношения. Это также свидетельствует об успешной адаптации интродуцентов.

**Заключение.** Коллекция барбарисов ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» весьма разнообразна. В ее состав входят виды, которые успешно проходят этап интродукции и являются перспективными для использования как в качестве солитеров, так и в различных вариантах декоративных композиций – альпийских горках, рокариях. Кроме того барбарисы могут быть живыми изгородями, участниками групповой посадки, обрамлением газона и периметра клумб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куклина, А.Г. Красивоплодные кустарники (барбарис, магония, снежноягодник, бересклет). – М.: Издаельский Дом МСП, 2010. – 64 с.
2. Боборенко, Е.З. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР// Н.Д. Нестерович, Е.И. Орленок, А.А. Чаховский, Н.В. Шкутко.– Минск: Наука и техника, 1982.– 293 с.

Студ. А.М. Черетун  
Науч. рук. доц. С.А. Праходский  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДСКИХ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Одной из проблем современного общества является то, что работодатель редко обеспечивает рабочие места достаточно удобными и комфортными условиями для более продуктивного времяпровождения трудящихся в офисных помещениях. Согласно известным данным, именно растения являются необходимым элементом декора, которые на психологическом уровне положительно влияют на человека.

В ходе изучения решения данной проблемы был изучен объект во Вьетнаме, созданный под руководством Mein Garten, компании по ландшафтной архитектуре и садоводству. Вместе с местными архитекторами в Studio 102 они создали зеленую гавань, которая объединяет архитектуру и природу, создавая необычное и интересное решение вопроса с недостаточным озеленением офисных помещений [1].

Специфическое интерьерное решение заключается в том, что большая часть помещений выглядит как зимний сад и дает возможность посетителям и работникам получить ощущение передвижения по территории с атмосферой уюта и спокойствия (рис.1). В Республике Беларусь интерьер офисных зданий часто выполнен в стиле минимализма, т.е. там нет ничего лишнего и того, что могло бы отвлекать работников, но такой подход является не совсем верным по отношению к работникам, поскольку из-за отсутствия специальных комнат отдыха уменьшается продуктивность. Так, например, озеленение офиса во Вьетнаме является отличным примером того, как можно сделать рабочую зону приятной для ежедневного посещения [2].

Еще одним интересным объектом для анализа послужила система из общественных садов и огородов в Сиднее, Австралия. Известно, что больше половины жителей Австралии не считают своих соседей друзьями или знакомыми, но в некоторых районах Сиднея связь между людьми достаточно сильная. Менталитет общества Республики Беларусь не позволяет легко объединять жителей и делать их более социально активными, что важно не только в малых социальных группах, но и в больших. Отличным способом усиления чувства связанности людей служит общее дело: в Австралии (и некоторых других странах) это мини-сады или огороды, расположенные на общественных территориях, куда могут прийти люди не только для того, чтобы позаботиться о выращиваемых растениях, но и пообщаться с



другими посетителями сада. «Общественные сады в густонаселенных городах имеют огромную социальную выгоду, так как стимулируют соседей взаимодействовать друг с другом», – профессор Коркери [2].



**Рисунок 1– Штаб-квартира Майн Гарден, Ханой, Вьетнам**

Таким образом, нововведение, в форме общественных садов и огородов, в ландшафтном проектировании может повлиять не только на структуру озеленения (в частности, появится больше «зеленых островков» в городе, где люди смогут проводить время), но и на психическое здоровье и отношения в обществе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. A Model Green Office in Vietnam [электронный ресурс] / Dirt Asla – <https://dirt.asla.org/2015/09/21/a-model-green-office-in-vietnam/> – 10.04.2020
2. The key to creating Sydney’s friendliest streets is to add plants [электронный ресурс] / Domain – <https://www.domain.com.au/news/the-key-to-creating-sydneys-friendliest-streets-is-to-add-plants-20161010-grkbfm/> – 10.04.2020.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ**

Введение. В современных городах существенно повысилась значимость общественных пространств – пространств общего пользования, которые любой человек может посещать без каких-либо ограничений. Общественные пространства выполняют важную коммуникативную и структуроформирующую роль по отношению к городским территориям разного назначения. Это центры общественной активности, места концентрации притягательных для людей функций.

К современным тенденциям ландшафтной организации городских общественных пространств можно отнести:

1. Увеличение разнообразия функций общественных пространств. Городское пространство должно обладать максимальной востребованностью разными общественными группами и отдельными людьми. Чем больше возможностей реализации различных сценариев поведения предлагает общественное пространство, тем большим потенциалом усовершенствования и востребования оно обладает [1].

2. Создание новых общественных пространств в сложившейся городской застройке. Города как правило сформированы и создание в них общественных центров связано с внесением определенных изменений в городскую структуру. Это может происходить за счет реконструкций городских центров (преобразование и модернизация общественных, транспортных, промышленных узлов и объектов, которые потеряли свою актуальность и функциональное назначение) [1].

3. Выявление и подчеркивание индивидуальности облика общественных пространств. Общественные пространства должны обладать индивидуальностью и узнаваемостью. Для этого широко используются различные композиционные средства: от оригинальных архитектурных решений до произведений монументального искусства и ландшафтной архитектуры.

4. Экологизация городских общественных пространств. Основные идеи экологизации заключаются в создании устойчивой окружающей среды обитания человека в сочетании с сохранением природы [1].

5. Модульный подход в проектировании малых архитектурных форм. При данном подходе планировочная структура и конструктивная схема, пропорции и габариты, высота и масштаб остаются неиз-

менными, могут меняться материалы, силуэт, цвет и детализовка, «зеленая архитектура», внутреннее функциональное наполнение.

6. Применение метода «тактического урбанизма». Основная цель тактического урбанизма – опробовать спроектированные решения и после, в скорректированном варианте, воплотить их в жизнь на постоянной основе. Это не только формирование общественного пространства, но и создание объекта для корректировки и реализации более целостного, логически завершенного проекта [2].

7. Переосмысление роли и возможностей освещения. Развитие интеллектуальных светодиодов и их интеграция в городскую систему позволяет создать реагирующую на конкретную ситуацию систему освещения, в то время как рост понимания скрытого влияния освещенности на поведение человека помогает создавать комфортные решения для городской среды [3].

8. Реализация стратегии безопасности. При проектировании общественных пространств нельзя забывать про их безопасное окружение. Общественное пространство может стать менее привлекательным, если до него сложно добраться безопасным способом. Необходимо выявлять точки притяжения для пешеходов и сводить в них к минимуму конфликтные ситуации с другими участниками движения. Такими методами являются канализирование движения и изменение конфигурации дороги.

Выводы. В городах формируются общественные пространства разной величины, функционального назначения, ориентированные на разный состав пользователей. По значимости выделяют: главные общественные пространства, имеющие общегородское значение (главные площади и улицы городов, парки городского значения) и рядовые общественные пространства, входящие в состав городских районов и комплексов (площади, улицы, парки районного значения, малые сады и т. п.). Общественные пространства выполняют как обслуживающую функцию, так и репрезентативную роль. Пространственное разнообразие – важный принцип их ландшафтной организации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Потаев, Г.А. Тенденции развития градостроительства / Г.А. Потаев. – Минск: БНТУ, 2014. – 222 с.

2. Майк, Л. Тактический урбанизм: краткосрочные действия – долгосрочные перемены / Л. Майк, Г. Энтони. – Strelka Press, 2019. – 304 с.

3. Латыпова, М.С. Методы исследования открытых общественных пространств (на примере метрополии Барселоны) // Известия КГАСУ. – Казань, 2015. № 1 (31). – С. 66–74.

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНФЛИКТОВ И ПРОБЛЕМ  
ЛОКАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВА  
В Г. МИНСКЕ**

В целях разработки предложений по гуманизации городской среды средствами ландшафтной архитектуры и дизайна был проведен анализ качества среды и основных существующих и потенциальных конфликтов локального планирования и благоустройства в г. Минске.

С помощью уже разработанных прикладных методов известных специалистов в области урбанистики и урбоэкологии, выбранных исходя из поставленных задач, исследованы 50 участков. В зависимости от преобладающей функции и состояния на осень 2019 г., участки разделены на семь групп.

Для определения основных конфликтов пользователей с городским пространством использован метод рамок, разработанный Глазычевым В.Л. и модернизированный Центром Прикладной Урбанистики.

Метод предполагает разделение обобщенно воспринимаемой среды на составляющие слои, позволяющие прийти к комплексному пониманию проблем и нужд данного места.

Таковыми слоями стали группы конфликтов: транспортные коммуникации, велоинфраструктура, пешеходные коммуникации, пользователи территории, места отдыха, объекты растительного мира и климат, визуально-эстетические конфликты, водоотведение [1].

Так, наибольшее количество видов конфликтов (30) обнаружено на территории, прилегающей к торговому центру «Момо», и территории, прилегающей к зданию по адресу пр-т Партизанский, 48. Наименьшее количество (13) – на территории, прилегающей к универмагу «Беларусь» и гостинице «Турист». Медианное количество видов конфликтов – 22.

Наибольшее разнообразие видов конфликтов (42) выявлено на территориях возле торговых центров, магазинов, рынков, ресторанов и транзитных территориях в районах малоэтажной жилой застройки больше всего видов конфликтов.

Графически установлено, что наиболее часто встречаемыми конфликтами являются вытаптывание газонов, неблагоприятное воздействие транспорта с проезжей части, обширные неиспользуемые пространства с твердым покрытием, конфликты навигационного ориентирования, барьерная среда, слив воды из водостоков на тротуар.

В целом, среди всех исследуемых объектов наиболее распространены конфликты, касающиеся автотранспорта, визуально-эстети-

ческого окружения и пешеходных коммуникаций.

Распределение групп конфликтов среди всех объектов представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Распределение групп конфликтов среди всех объектов**

Также были применена методика оценки задействованности фасадов, разработанная институтом Яна Гейла, позволяющая определить степень участия фасадов зданий в общественной жизни города. Всего было исследовано 293 фасада зданий, из которых только 5% максимально задействованы во взаимодействии с горожанами и 22% совсем не задействованы [2].

Проведенные исследования и анализ собранного материала о качестве городской среды общественных пространств позволяет выделить наиболее острые существующие и потенциальные конфликты для г. Минска и составить рекомендации по социальной адаптации локальных объектов городской среды средствами ландшафтной архитектуры и дизайна.

Полученная в ходе исследования информация позволит точнее понять запрос пользователей на необходимые им изменения в городской среде, поможет как в оценке ситуации в целом, так и в решении отдельных конфликтов на конкретных участках.

Это дает основания для постановки задач на перспективу и делает дальнейшее проектирование более эффективным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Школа гражданского просвещения [Электронный ресурс] / Мурунов С. А. Социальное проектирование общественных пространств: формирование ценностей через взаимодействие. – Режим доступа: <http://civiceducation.ru/article/29699>. – Дата доступа 03.05.2020.

2. Gehl [Электронный ресурс] / Gehl / Gehl live / Tools. – Режим доступа: <https://gehlpeople.com/tools/>. – Дата доступа 03.05.2020.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ГЕОПЛАСТИКИ КАК СРЕДСТВО ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОТКРЫТЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ**

**Введение.** Геопластика – вертикальная планировка подлежащих озеленению территорий с целью архитектурного и художественного преобразования рельефа. Современные технологии позволяют полностью преобразовывать существующий рельеф или формировать новые пространства, которые кардинально отличаются от прежних, путем создания насыпей, холмов, террас, подпорных стенок, формированием склонов [1].

**Композиционные возможности геопластики.** Композиция рельефа рассматривается в нескольких уровнях:

- в масштабе города – при формировании силуэта города, при создании водно-парковых систем;
- в масштабе городского района – при трассировке улично-дорожной сети, создании парков и садов, озеленении общественных, жилых, производственных территорий;
- на локальном уровне проектирования ландшафтных объектов – при формировании микрорельефа парков и садов, других городских территорий.

**Авангардные средства геопластики.** При создании современных ландшафтных объектов не только используются новейшие технологии, но и ведется активный поиск новых художественных средств, формируется новая эстетика ландшафтного урбанизма и дизайна.

**Геометризация ландшафтных форм.** Эта тенденция художественной организации ландшафтных объектов получила достаточно широкое распространение.

Например, на территории ЕХРО-2000 в Ганновере были созданы сады с подчеркнуто искусственными формами рельефа – сад Волн, сад Земли, сад Дюн. Каждый из них имел разное пространственное решение и создавал разное эмоциональное воздействие на посетителей.

Художественно выразительные земляные скульптуры созданы, например, Чарльзом Дженксом в парке Времени в Милане, в парке Космических размышлений в его собственном поместье Портрэк Хаус в Шотландии, перед входом в музей современного искусства в

Эдинбурге.

**Создание крупномасштабных ландшафтных объектов.** Искусственные гигантские ландшафтные объекты созданы в Объединенных Арабских эмиратах. В эмирате Дубай на акватории Персидского залива созданы искусственные острова [2].

**Традиционные средства геопластики.** Это вертикальная планировка и регулирование микроклиматических характеристик территории; интересным вариантом данной категории геопластических трансформаций является кратерный сад.

Искусственные формы насыпных холмов, склонов, тальвегов могут быть использованы для организации детской игровой среды, некоторых спортивных сооружений (скейт-парки, спортивные трамплины и др.). Перспективным представляется использование средств геопластики при корректировке визуально-эстетической организации паркового ландшафта (создание камерного или, напротив, монументального характера среды композиционно значимых пространств и др.) [3].

**Выводы.** Рассматривая современные тенденции ландшафтной организации открытых городских пространств необходимо отметить важное значение применения геопластики.

Геопластика используется в городах на разных пространственных уровнях: в масштабе всего города (при формировании силуэта города, при создании водно-парковых систем); в масштабе городского района (при трассировке улично-дорожной сети, создании парков и садов, озеленении общественных, жилых, производственных территорий); на локальном уровне проектирования ландшафтных объектов (при формировании микрорельефа парков и садов, других городских территорий).

В современной геопластике используются два противоположных подхода: «улучшение» природных форм существующего рельефа (усиление их эстетической выразительности) и создание подчеркнута искусственных, геометризованных форм рельефа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

2. Потаев, Г.А. Ландшафтная архитектура и дизайн / Г.А. Потаев. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. – 400 с.: цв. ил.

3. Садово-парковые сооружения: тексты лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / Н.А. Макознак. – Минск: БГТУ, 2016. – 190 с.

**СОСТАВ КОЛЛЕКЦИИ ТЕНЕВЫХ ЦВЕТОЧНЫХ  
МНОГОЛЕТНИКОВ ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ  
САД НАН БЕЛАРУСИ»**

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» – самый крупный в стране центр по сохранению биоразнообразия живых растений, ведущее научное учреждение в области интродукции, акклиматизации, физиологии, биохимии и экологии растений, охраны окружающей среды. Он принадлежит к числу крупнейших ботанических садов Европы как по площади (около 100 га), так и по составу коллекций растений (более 10 тысяч наименований) [1].

Коллекция цветочно-декоративных многолетних растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» включает около 700 видов и внутривидовых таксонов из 180 родов принадлежащих 58 семействам. Коллекционный фонд формировался долгие годы. Ценной его частью являются виды и сорта цветочных многолетников, которые сохраняются с 1950–1970-х годов [1].

В ходе проведения исследований было установлено, что в коллекцию ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» входит 203 представителя теневых многолетних растений (теневыносливых и тенелюбивых). Это представители различных семейств, в т.ч. *Apiaceae*, *Aposynaceae*, *Asparagaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Iridaceae*, *Campanulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, *Papaveraceae*, *Polemoniaceae*, *Primulaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Saxifragaceae*, *Xanthorrhoeaceae*. Наибольшее число видов и сортов коллекции включают роды *Astilbe* (64), *Hosta* (79) и *Heuchera* (40).

Коллекция достаточно разнообразна не только в систематическом отношении, но и по морфо-биологическим признакам ее представителей. Имеется большое количество видов и сортов, которые отличаются по высоте, окраске цветков и листьев. Наиболее крупным представителем рассматриваемой коллекции является *Filipendula ulmaria* из семейства *Rosaceae* высотой до 2 м; самым низкорослым – является *Primula juliae* семейства *Primulaceae* высотой до 8 см.

В составе коллекции преобладают (46%) цветочные многолетники, которые имеют широкую экологическую амплитуду по отношению к интенсивности освещения – хорошо растут на солнце, в тени и полутени. В тени и полутени успешно растут и развиваются 24%, в



полутени – 17%, в тени – 13% представителей рассматриваемого коллекционного фонда.

По окраске цветков представители коллекции теневых растений распределились следующим образом: белая и оттенки фиолетового – 56%, розовая и бледно-розовая – 14%, желтая – 12%, синяя – 7%, кремовая – 4%, оранжевая и бордовая – 4%, голубая – 3%. Важным декоративным признаком является и окраска листьев теневых травянистых многолетних растений. В составе коллекции доминируют представители с зелеными листьями (60%); с темно-зелеными листьями составляют 23%, с голубовато-сизыми и сизо-зелеными – 8%; зелеными с серебристым рисунком – 5%; зелеными с мраморным рисунком – 2%; ярко-зелеными и коричнево-зелеными – 2%.

Большинство представленных в коллекции теневых многолетников (44%) предпочитают умеренно влажную почву.

Заключение: Коллекция теневых цветочных многолетников ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» разнообразная и многочисленная. В ее состав входят виды и сорта теневыносливых и тенелюбивых травянистых растений, которые перспективны для использования в различных вариантах цветочного оформления – на клумбах, в рокариях, смешанных цветниках (миксбордерах) и др. На тенистых участках можно создавать высоко декоративные композиции, которые будут отличаться ассортиментом растений в зависимости от степени освещенности участка. Кроме освещенности, ассортимент растений подбирается с учетом почвенно-грунтовых условий участка, а также его функционального назначения. Если предполагается оформить участок в местах общественного пользования, уход за которым сводится к минимуму, то ассортимент должен включать долговечные, наиболее устойчивые и неприхотливые виды растений. При возможности регулярного ухода, на тенистых участках можно высаживать более редкие в озеленении растения (астильбоидес, папоротники, цикламены и др.) [2–4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Центральный Ботанический сад [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://cbg.org.by>. – Дата доступа: 20.04.2020.
2. Лунина, Н.М. Сад в тени / Н.М. Лунина. - М.: Изд. Дом МСП, 2002. – 143 с.
3. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт). Минск. «Тэхналогія», 2010. – 264 с.
4. Теневыносливые растения [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/4607.html>. – Дата доступа: 20.04.2020.

Студ. М.М. Карпинович

Науч. рук. доц. О.В. Бахур

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ МОЛОДЕЖИ, КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННЕГО ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ**

Экологический туризм сформировался в 70-80-х гг. XX в. как локальная идея – создание баланса между экономической выгодой, получаемой от рекреации на природе, и экологической безопасностью рекреационных территорий в рамках глобальной идеи – сохранение природы планеты как основы жизни на ней. Сегодня экологический туризм развивается по всему миру и играет важнейшую социальную роль в формировании культуры поведения людей с природой, поднимая уровень культуры населения в целом. Вместе с тем, осознание чувственно воспринимаемого присутствия других форм жизни не обязательно требует каких-то глобальных идей или действий. Именно экологический туризм, в настоящее время является важным связующим звеном между социальным пространством и пространством природы. Поэтому можно утверждать, что он играет важную роль в развитии современного геокультурного пространства, в котором живёт человек [1].

В некоторых странах Западной Европы (Нидерланды, Франция, Германия, Испания и др.) организация экологического туризма выглядит следующим образом. С одной стороны, имеются природные объекты естественного (национальные парки) или антропогенного (парки, сады) происхождения. С другой – нуждающиеся в отдыхе и физических нагрузках горожане. Органы власти берут на себя роль посредника между горожанами и природными объектами. Широкое распространение имеет практика туров выходного дня – пеших, велосипедных, водных и т.д. Информация о каждом туристическом объекте имеется не только в Сети Интернет или путеводителях, но и в виде бесплатных мини-брошюрок, располагающихся в местах скопления людей. В обязательном порядке брошюрки содержат схему проезда и координаты объекта для GPS-навигатора автомобиля, что облегчает возможность поиска объекта.

В каждой из этих стран уделяется большое значение экологическому образованию, что в конечном итоге способствует поддержанию интереса молодого поколения к природной среде, ее сохранению, способствует построению принципов взаимоотношения с окружающей средой на уровне личности, лежащих в основе концепции устойчивого

развития.

В США и Канаде экологическое образование занимает важное место в учебной программе школ. С начальных классов и до окончания старшей школы в детях развивают уважение к окружающей среде, формируют принципы экологической этики и в целом способствуют «экологизации сознания» молодого поколения.

Экологический туризм в нашей стране рассматривается как отрасль специализации в туризме. Одним из оснований данного утверждения являются высокая степень лесистости страны (39,8%, лесной фонд насчитывает около 9,5 млн. га) [2], чему способствует и относительно слабая степень антропогенной трансформации лесов.

Республиканский центр экологии и краеведения в г. Минск открыт в 1930 г. На 1 января 2020 г. Республиканский центр выступает координатором для 40 учреждений дополнительного образования детей и молодежи туристско-краеведческого, 17 эколого-биологического профилей, проводит работу над созданием единого образовательного пространства, взаимодействует с учреждениями образования всех уровней. В центре спешно функционирует Научно-исследовательский лабораторно-практический комплекс, включающий:

- детскую научно-экспериментальную лабораторию по изучению природоохранных ресурсов;
- детскую научно-экспериментальную лабораторию по изучению биоразнообразия и антропогенных факторов водных экосистем;
- детскую научно-экспериментальную лабораторию метеорологических наблюдений и мониторинга атмосферного воздуха;
- детскую научно-экспериментальную лабораторию по изучению экологических технологий [3].

Вместе с тем, этот и другие центры в крупных городах страны охватывают лишь часть молодежи, для более глобальных изменений в экологии сознания нужны другие масштабы деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический туризм / Экологические туры: разработка и продвижение : Эл. учеб.-практ. пособие / И.В. Абрамова [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2011 – 166 с.

2. Официальный сайт Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.mlh.by/ru/forestry/resources.html> – Дата доступа: 30.01.2020.

3. О республиканском центре экологии и краеведения [Электронный ресурс] / Республиканский центр экологии и краеведения – Режим доступа: <https://rcek.by/o-respublikanskom-tsentre-ekologii-i-kraevedeniya/> – Дата доступа: 13.04.2020.

Студ. Д.Н. Пугацевич

Науч. рук. доц. О.В. Бахур

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННЕГО ТУРИЗМА НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДОМАНОВСКОГО ВОЕННО- ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА**

Туризм является одной из ведущих и наиболее динамичных отраслей мировой экономики. За быстрые темпы роста он признан экономическим феноменом прошлого столетия [8].

Во многих странах туризм играет значительную роль в формировании валового внутреннего продукта, создании дополнительных рабочих мест и обеспечении занятости населения, активизации внешнеторгового баланса.

В настоящее время, когда по международному туризму нанесен серьезный удар, все страны для сохранения туристической отрасли направляют максимум усилий на развитие рынка внутреннего туризма. В этой связи в нашей республике несомненным ресурсом являются природные объекты, позволяющие все большему количеству городских жителей удовлетворить потребность общения с природой.

Объектом наших исследований является водный туризм на малых реках, предметом исследований – водные объекты района расположений Домановского военно-охотничьего хозяйства и возможность организации водного маршрута по ним.

Домановское военно-охотничье хозяйство расположено на границе Ивацевичского и Барановичского административных районов. Следует выделить следующие водные объекты, выступающие объектами проектируемого эколого-познавательного водного маршрута:

- река Щара;
- река Мышанка;
- озеро Выгонощанское;
- канал Огинского.

Проектирование эколого-познавательного водного маршрута производилось на основании результатов проведенного анкетирования среди заинтересованных в участии в водных турах. Маршрут водного тура был разработан также и с учетом уже имеющихся предложений на туристическом рынке региона.

Планируемый эколого-познавательный тур по Выгонощанскому краю проектируется, как тур выходного дня, что позволит привлечь наиболее широкую группу желающих. Маршрут не предполагает пре-

одоления каких-либо сложных участков, что позволит сделать его привлекательным и для тех желающих, которые ранее не имели подобного опыта.

Организаторы тура берут на себя все организационные вопросы: транспортное обеспечение по всему маршруту, аренду оборудования, питание и проживание на маршруте.

Нитка маршрут: г. Минск – г.п. Телеханы – д. Выгонощи – охотничий дом «Выгоновский» – озеро Выгонощанское – шлюз канала Огинского – река Щара – база Домановского военно-охотничьего хозяйства. Нами предложено следующее название эколого-познавательного водного тура – «Ваша лучшая Stories». Протяженность водной части маршрута – около 65 км. Сезон проведения тура: весенне-летний.

После сбора группа на микроавтобусе направляется в сторону Ивацевичского района. В первый день участник ждет небольшая обзорная экскурсия в г.п. Телеханы, знакомство с памятниками первой мировой войны в д. Выгонощи и на канале Огинского, обед в трактире «У Огинского», посещение музея природы ЛОХ Выгоновское, прогулка по экологической тропе. А завершит первый день небольшой урок управления байдаркой.

Второй день водного похода начинается с раннего подъема (6 – 6.30 утра). Это обусловлено тем, что в данное время суток сила ветра меньше, высота волн невелика, а, следовательно, преодолеть зеркало воды озера Выгонощанское значительно проще.

Первый остановочный пункт, после выхода на воду, организуется после пересечения озера на шлюзе канала Огинского. Затем туристы переносят байдарки на р. Щара и продолжают движение по ней примерно шесть часов.

Ночевка будет организована в месте впадения в реку Щара реки Мышанка. На следующий день группа продолжает движение по реке до центральной усадьбы Домановского военно-охотничьего хозяйства, где будет организован обед, после которого участники на микроавтобусе вернутся к месту сбора в г. Минске.

Одной из особенностей проектируемого эколого-познавательного водного маршрута – это сочетание насыщенной экскурсионной программы, направленной на ознакомление с культурным, историческим, природным наследием региона и активного отдыха, основным элементом которого является водный поход.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сенин, В.С. Введение в туризм: Учеб. Пособие / В.С. Сенин Москва: РИПРИКТ, 1993.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА  
ОЛЕНЬИХ В ЛЕСНЫХ БИОТОПАХ**

Представители семейства оленьих, таких как лось, олень, косуля, являются крупными фитофагами, которые играют важнейшую роль в формировании природных фитоценозов, являясь важнейшим фактором изменения биоразнообразия. При этом разнообразие некоторых видов в процессе развития биоценоза может уменьшаться, но при этом происходит увеличение множества других видов, что и приводит к росту биоразнообразия [1].

Дальнейшее восстановление будет способствовать увеличению содержания органического вещества и водного удерживающего потенциала почвы, что может приводить к увеличению биомассы и плотности земляных червей и других беспозвоночных [2].

После воздействия крупных копытных на оставленные сельхозземли, некоторые лесные виды птиц будут способствовать возобновлению роста леса, такие как дятлы, пищуха обыкновенная и синицы [3].

Территории после восстановления путем внедрения комплекса крупных фитофагов и другой фауны могут, на региональном уровне, обеспечивать местообитания биоразнообразием с сохранением результатов функций управления территорией [4].

Исследования проводились в рамках концепции ревайлдинга, которая предусматривает восстановление природных экосистем. В наших условиях мегафауной являются крупные фитофаги относящиеся к семейству оленьих. В основу исследований был положен метод весеннего учета численности оленьих по количеству кучек экскрементов. В ГПУ «НП «Припятский» было заложено 4 учетных маршрута. Общая длина маршрутов составила 21 км, площадь по типам угодий 7,6 га.

Согласно проведенным исследованиям прослеживается четкая связь кормовой базы для лося и его концентрации.

Наиболее привлекательными для лося являются чистые сосновые культуры, на этих участках встречаемость кучек экскрементов была максимальна.

Также стоит отметить, что повреждаемость чистых сосновых культур является сильной, а смешанных сосновых культур составом 7СЗБ – слабой. Для оленя приоритетно предпочтение стравозрастных, низкополнотых сосняков черничных и мшистых, но кроме, того

экскременты оленя встречаются на вырубках, ельнике, сосновых культурах и березняке.

Данные показывают, что наиболее сформированной в районе исследования популяцией вида из семейства оленьих является лось. Влияние лося на древесно-кустарниковую растительность прослеживается наилучшим образом, что подтверждают рассчитанные статистические коэффициенты и плотность (7,2 ос./тыс. га). Для оленя благородного, плотность которого составляет 1,0 ос./тыс. га, также на основании этих данных угодия являются перспективными для развития этого вида так, как район исследования включает в себя по составу разнообразные биотопы.

Стоит отметить, что наибольшая концентрация кучек экскрементов наблюдалась на чистых сосновых культурах (146 шт./га), вырубках (108 шт./га) или границ вырубок (105 шт./га), а также старовозрастных насаждениях с низкой плотной и наличие как следствие подлеска и подроста (83 шт./га).

По типам леса наибольшее предпочтение отдается мшистому и черничному типам леса. Для лося привлекательными являются также заболоченные территории сфагнового и осоково-сфагнового типов лесов.

Выявлено, что лось, олень благородный и косуля отдают по биотопическому распределению отдают предпочтение старым не возобновившемуся вырубкам, лесным культурам, в особенности чистым лесным культурам сосны, а также спелым древостоям с низкой полнотой и наличие подлеска. Олень благородный отдает предпочтение черничной серии типов леса.

Выше приведенные материалы исследований показывают, что наиболее сформированной в районе исследования популяцией вида из семейства оленьих является лось. Влияние лося на древесно-кустарниковую растительность прослеживается наилучшим образом по сравнению с другими видами этого семейства, что подтверждают рассчитанные статистические коэффициенты и плотность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rewilding European Landscapes Henrique (M. Pereira, Laetitia M. Navarro). Springer open 2015
2. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe (Laetitia M. Navarro and Henrique M. Pereira)
3. Rewilding Europe: A New Strategy for an Old Continent (Wouter Helmer, Deli Saavedra, Magnus Sylvén and Frans Schepers)
4. McNeely, J. A. (1994). Lessons from the past: Forests and biodiversity. Biodiversity and Conservation.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА КРУПНЫХ ФИТОВАГОВ В РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ**

Формирование комплекса фитофагов в будущем будет причиной изменения биоразнообразия, причем разнообразие некоторых видов уменьшится, но произойдет увеличение множества других видов, что и приведет к росту биоразнообразия [1].

Особое внимание уделяется тому, как комплекс животных будет способствовать восстановлению заброшенных сельскохозяйственных земель, а также деградировавших по той или иной причине лесных экосистем.

Восстановление сельскохозяйственных угодий будет способствовать увеличению содержания органического вещества и водного удерживающего потенциала почвы, что может приводить к увеличению биомассы и плотности земляных червей и других беспозвоночных [2].

Эти факторы в совокупности будут положительно влиять на возвращение крупных млекопитающих.

Европейские виды травоядных и плотоядных растут с 1960 года в множестве и распределении как стабильная популяция Восточной Европы естественно колонизирующая заброшенные ландшафты Скандинавии, Средиземноморья и Альп [3].

Заброшенные сельскохозяйственные территории часто воспринимаются очень негативно, что связано с восприятием необитаемой земли и уменьшением экономического использования земли, в особенности у сельского населения [4].

Однако существует большое количество экосистемных сервисов которые обеспечивают восстановление этих территорий, в частности, косвенно, то есть не используя на прямую управляющие сервисы [4].

Территории после восстановления путем внедрения комплекса крупных фитофагов и другой фауны могут, на региональном уровне, обеспечивать местообитания биоразнообразием с сохранением результатов функций управления территорией.[4]

Этот подход может заложить основы для некоторых культурных услуг, поскольку многие виды связаны с рекреацией, охотой и туризмом.

Например, в регионе Аббруц в Италии туризм развивается благодаря наличию на этой территории медведей и волков. В дополнение к этому также прямое или косвенное использование крупных видов



млекопитающих, возвращаемых путем ревайлдинга, в том числе видов с высокой ценностью для человека. Кроме того целью воздействия этого комплекса животных является восстановление леса, что в дальнейшем способствует поглощению углерода [4].

Например, запасы углерода в европейских лесах выросли с 5,3 до 7,7 млн. тонн между 1950 и 1999 годами.

Тем не менее, активное облесение путем посадки леса может потенциально обеспечить более интенсивность поглощения углерода, но естественная регенерация позволяет восстановить почву и доступность питательных веществ, хотя эрозия может увеличиться в первые годы после оставления территорий [4].

Интенсивные сельскохозяйственные районы и искусственные леса предназначены для специфического предоставления услуг. Экстенсивное сельское хозяйство предлагает компромисс между предоставлением продовольствия, культурными услугами и средой обитания для биоразнообразия, тогда как применение комплекса животных обеспечивает широкий диапазон вспомогательных, регулирующих и культурных услуг [5].

Пассивное управление, связанное с применением комплекса животных во главе с крупными фитофагами, имеет значительно более низкие эксплуатационные расходы, чем другие варианты управления, и поэтому значительная доходность регулирующих и культурных услуг достигается за ограниченный уровень инвестиций [5].

Таким образом, мы получаем устойчиво развивающиеся популяции комплекса крупных травоядных животных, увеличиваем мозаичность уже имеющихся экосистем и восстанавливаем деградировавшие. Увеличение количества крупных травоядных приведет к увеличению комплекса других животных: плотоядные, падальщики, различные виды птиц, почвенные организмы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rewilding European Landscapes Henrique (M. Pereira, Laetitia M. Navarro). Springer open 2015
2. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe (Laetitia M. Navarro and Henrique M. Pereira)
3. Rewilding Europe: A New Strategy for an Old Continent (Wouter Helmer, Deli Saavedra, Magnus Sylvén and Frans Schepers)
4. McNeely, J. A. (1994). Lessons from the past: Forests and biodiversity. Biodiversity and Conservation
5. Kamler, J., Homolka, M., & Krojerová-Prokesová, J. (2010). Reduction of herbivore density as a tool for reduction of herbivore browsing on palatable tree species. European Journal of Forest Research.

## **ВЛИЯНИЯ НЕЙТРАЛИЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА РЕАКЦИЮ СРЕДЫ ТОРФЯНОГО СУБСТРАТА**

Были проведены исследования по нейтрализации или оптимизации реакции среды в сепарированном верховом торфе фрезерной заготовки. Торф взятый для исследования и постановки опыта характеризовался как сосново-сфагновый, степень разложения – 18%, зольность – 4,7%, актуальная кислотность  $pH_{KCl}$  – 2,5, относительная влажность 50–60%.

В качестве известкового материала использовалась доломитовая мука с массовой долей углекислого кальция и углекислого магния в пересчете на  $CaCO_3$  не менее 85% и мел с массовой долей карбонатов кальция в пересчете на  $CaCO_3$  не менее 85%.

Крупным производителем доломитовой муки в Беларуси является ОАО «Доломит» в Витебской области, г. п. Руба. В производимой доломитовой муке с месторождения «Гралево» содержится  $CaO$  – 30,0%,  $MgO$  – 20,5%,  $CaCO_3$  – 50–52%,  $MgCO_3$  – 43–45%, встречаются примеси  $Fe$ ,  $Al$ ,  $Si$ ,  $Mn$ .

Мел – слабосцементированная, тонкозернистая разновидность карбонатных пород белого или желтоватого цвета, состоящая в основном из карбоната кальция природного происхождения или полученного искусственным путем. Химический состав мела различных месторождений изменяется в следующих пределах: 47–55%  $CaO$ , 0,1–1,9%  $MgO$ , 0,2–6,0%  $SiO_2$ , 0,2–4,0%  $Al_2O_3$ , 0,02–0,7%  $Fe_2O_3$ , 40–43%  $CO_2$ .

Исследования проводились в лабораторных условиях при температуре 17–20°C, для проведения опыта использовались полиэтиленовые емкости объемом 2 литра.

Опыт проведен в 3-х кратной повторности по каждому варианту. Доза внесения доломитовой муки и мела рассчитана на 1 м<sup>3</sup> сепарированного верхового торфа (фракция 0–7 мм) фрезерной заготовки. При относительной влажности 50–60% и естественном сложении указанный объем торфа имеет массу примерно 250 кг.

Этот расчет приводится для того, что в различных рекомендациях доза известкового материала рассчитывается исходя из объема или массы торфа.

При проведении опыта по нейтрализации торфяного субстрата мелом было поставлено 3 варианта с нормой внесения от 6 до 10 кг/м<sup>3</sup>. Использование мела привело к постепенному изменению актуальной

кислотности торфяного субстрата с  $pH_{KCl}$  2,5 до  $pH_{KCl}$  6,4–7,5 и установлению реакции среды на 7 сутки (таблица 1).

**Таблица 1 – Актуальная кислотность верхового торфа при проведении нейтрализации с учетом нормы внесения мела**

Норма мела, кг/м <sup>3</sup>	$pH_{KCl}$
6	6,4
8	7,5
10	7,5

При проведении опыта по нейтрализации торфяного субстрата мукой доломитовой было поставлено 3 варианта с нормой внесения от 6 до 10 кг/м<sup>3</sup>.

Использование доломита привело к постепенному изменению актуальной кислотности торфяного субстрата с  $pH_{KCl}$  2,5 до  $pH_{KCl}$  5,9–6,6 и установлению реакции среды на 10 сутки (таблица 2).

**Таблица 2 – Актуальная кислотность верхового торфа при проведении нейтрализации с учетом нормы внесения муки доломитовой**

Норма муки доломитовой, кг/м <sup>3</sup>	$pH_{KCl}$
6	5,9
8	6,4
10	6,6

При внесении доломитовой муки и мела реакция среды в субстрате изменяется в зависимости от дозы и продолжительности взаимодействия субстрата с известковым материалом.

Реакция среды в торфяном субстрате устанавливается после 10-суточного взаимодействия с доломитовой мукой и 7-суточного взаимодействия с мелом.

Постепенное изменение реакции среды при нейтрализации торфа связывается с неодинаковой растворимостью карбонатов магния и кальция. Карбонат магния хорошо и быстро растворяется, по сравнению с карбонатом кальция. Карбонат кальция действует медленнее и начинает влиять на кислотность субстрата только спустя некоторое время.

Студ. О.Д. Петрович, В.А. Гаранин  
Науч. рук., ст. преп. А. В. Юрения  
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ОПЫТ ВНЕСЕНИЯ СЕРЫ В ПОЧВУ ПОСЕВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ СОСНЫ НЕГОРЕЛЬСКОГО ПИТОМНИКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КИСЛОТНОСТИ**

**Введение.** Выращивание растений в питомнике происходит по интенсивной технологии, в результате чего активно используются удобрения для восстановления плодородия почвы. Однако для успешного роста растения необходимо создавать оптимальную реакцию среды. В связи с этим для раскисления почв на питомниках вносятся известковые удобрения, которые воздействуют длительный период и иногда приводят к появлению значения среды близкого к щелочной, что вызывает необходимость нормализовать кислотность среды в почве.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводились в базисном лесном питомнике Негорельского учебно-опытного лесхоза на пробных площадках посевного отделения сосны обыкновенной второго года выращивания. Почва характеризуется, как дерново-подзолистая, рыхлосупесчаная, подстилаемая суглинком легким с глубины более 1 м, содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 1,84%.

Для данного опыта были выбраны два удобрения на основе серы: регулятор кислотности почвы, стимулирующий биологическую активность почвенных бактерий «Dirvožemio rūgštintojas pH 4», и гранулированная сера 99%, производитель ЗАО «Инновационная фирма «МКДС», Литва. Весной 2019 года были заложены опыты по оптимизации кислотности почв. Всего было заложено 10 пробных площадок 1×1 м каждая. На площадки 1–3 был внесен регулятор кислотности почвы на основе серы дозировками 50, 100, 150 г/м<sup>2</sup> соответственно. На площадки 4–8 была внесена сера гранулированная дозировками 60, 80, 120, 160, 200 г/м<sup>2</sup> соответственно. Две площадки (9 и 10), расположенные одна около площадок с гранулированной серой, другая около регулятора кислотности, были отведены для контроля измерений. Почвенные образцы отбирались перед внесением регуляторов кислотности, затем через 36 дней, через 120 дней после внесения регуляторов. Актуальная кислотность определялась в солевой вытяжке 1н р-ра КСl потенциометрическим методом с помощью рН-метра Checker-1 в двукратной повторности.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе выполнения научно-

го эксперимента был произведён опыт по внесению различных доз удобрений, содержащих серу и выявление действия данных удобрений на кислотность среды в почве. Результаты измерений приведены в таблице.

**Таблица – Результаты измерений величины рН почвенных образцов на исследуемом объекте**

№ площадки	До внесения	Через 36 дней	Через 120 дней
1	5,21	4,92	4,69
2	5,20	4,83	4,08
3	5,13	4,77	3,84
4	5,16	5,17	5,89
5	5,05	5,02	5,87
6	5,20	5,18	5,69
7	5,10	5,04	5,47
8	5,05	5,00	5,49
9(контроль)	5,06	5,04	5,84
10(контроль)	5,23	5,20	5,80

Как видно из таблицы, при воздействии регулятор кислотности почвы, стимулирующий биологическую активность почвенных бактерий, на 36 день эксперимента снизил кислотность в пахотном горизонте почв посевого отделения сосны. Через 120 дней величина рН продолжила снижаться, и в дозировке 150 г/м<sup>2</sup> она достигла 3,84. Отмечается закономерность уменьшения величины рН с увеличением дозировки вещества.

Гранулированная сера практически не повлияла на кислотность через 36 дней, величина рН довольно хорошо схожа с контролем. К осени через 120 дней кислотность почв на контрольных площадках несколько снизилась и величина рН достигла 5,8. Аналогично кислотность снизилась и на площадках с применением гранулированной серы, однако при дозировке 120–200 г/м<sup>2</sup>, она несколько снизилась и достигла 5,47–5,49.

**Заключение.** Исходя из данных, полученных при анализе образцов, взятых на 36-й и 120-й дни эксперимента можно сделать вывод, что почвенная среда постепенно начала становиться более кислой, на площадках где был использован регулятор кислотности. Однако на площадках с гранулированной серой после 36-го дня кислотность стала уменьшаться, что может быть обусловлено различными факторами, например: уменьшением активности почвенных бактерий, ухудшением растворения и взаимодействия удобрений с элементами почвы и т. д.

## **СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ КОПЫЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

**Введение.** Дерново-подзолистые суглинистые почвы в Республике Беларусь являются самыми плодородными для лесных насаждений. Поэтому лесокультурное производство первоочередной задачей должно ставить создание лесных культур на таких землях. Большое внимание при лесовосстановлении уделяется созданию искусственных насаждений. Повышение продуктивности лесов является основным направлением их расширенного воспроизводства и удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине.

Почвенные условия произрастания дубовых насаждений на территории РБ характеризуются большим разнообразием из-за сложности строения почвенного профиля, уровня залегания грунтовых вод, их проточности и свойств. Изучение строения лесных почв показывает, что в почвенном профиле отмечаются горизонты, отличающиеся происхождением почвообразующих пород, гранулометрическим и химическим составом. Это отмечают в своих трудах П.П. Роговой, Л.П. Смоляк, К.Л. Забелло, И.В. Соколовский и др. Сложное строение почвенного профиля часто оказывает решающее влияние на развитие корневых систем древесных растений, формирование доступной для растений влаги в почвенном профиле.

**Объекты и методы исследования.** Исследование имеющихся в Копыльском лесничестве лесных культур производилось на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Во время полевых исследований были обследованы смешанные культуры дуба черешчатого. Для каждого отобранного участка собраны сведения по истории и производству лесных культур: исходный состав лесных культур, рельеф, тип условий местопроизрастания и тип леса, год и сезон закладки лесных культур, система, метод и способ производства лесных культур, и др. Для описания почвенно-грунтовых условий на всех пробных площадях были заложены почвенные разрезы глубиной до 2 м.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе выполнения научной работы проведен сплошной перебор по 4-см ступеням толщины для каждого дерева. Кроме этого, у трёх деревьев каждой ступени толщины измерялись при помощи высотомера высоты. В камеральных условиях устанавливался состав древостоя по запасу, средний диаметр,

средняя высота, количество деревьев на единице площади, сумма площадей сечения, класс бонитета, полнота, запас стволовой древесины и среднее годовое изменение запаса.

Пробные площади заложены в типах леса дубрава орляковая, кисличная и черничная. Возраст культур находится в пределах 53–73 года. Дуб черешчатый в смешанном насаждении произрастает по I–II классам бонитета, тип условий местопроизрастания  $C_{2-3}$ – $D_{2-3}$ . На площадях в состав культур входят дуб, граб, береза, ель, осина.

Для более детального изучения почв исследуемых насаждений было заложено 6 почвенных разрезов глубиной до 2 м. Почва на ПП 1 характеризуется по увлажнению как автоморфная с глубоким залеганием уровня грунтовых вод. Остальные относятся к полугидроморфным почвам. На автоморфных почвах сформировались дубравы орляковые, которые произрастают по II классу бонитета. На контактно-оглеенных, оглеенных внизу и глееватых почвах – орляковые, кисличные и черничные, которые произрастают по I–II классам бонитета.

В Копыльском лесничестве за последние пять лет наблюдается динамическое изменение лесокультурных площадей. Основными породами при создании лесных культур являются сосна, ель, ольха, дуб и клен. Доля участия дуба также высока. Такое распределение породного состава объясняется наличием в лесокультурном фонде большого количества участков с богатыми суглинистыми почвами.

Лесокультурные площади представлены категорией площадей «б», и видом вырубка. Количество пней на всех площадях не превышает 500 шт./га. Тип условий местопроизрастания  $C_{2-3}$ – $D_{2-3}$ . Почвы суглинистые, рельеф равнинный. Естественное возобновление на участках не отмечается. В виду того, что все участки представлены рубками и прогалинами, имеют небольшие площади и не сильно разбросаны территориально относительно друг друга мы проектируем механизированную посадку. В качестве посадочного материала предлагается использовать 1-летние сеянцы дуба и клена, 4-летние саженцы ели европейской. Густота проектируемых культур колеблется от 3 000 шт./га до 5 300 шт./га.

**Заключение.** Анализ почвенно-грунтовых условий суглинистых почв показал, что они характеризуются по увлажнению автоморфными и полугидроморфными условиями, часто отмечено подстиление. На бывших рубках в Копыльского лесничестве, произраставших на суглинистых почвах, было предложено создать чистые и смешанные лесные культуры дуба на почвах с различным увлажнением, с применением различных механизмов.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕННОГО ГЕНОФОНДА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ  
В ГЛХУ «ЛИОЗНЕНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Важнейшей проблемой лесного хозяйства нашей республики является улучшение состояния и повышение продуктивности лесов с целью удовлетворения потребностей народного хозяйства в высококачественной древесине. С целью выделения ценного генофонда ели европейской в ГЛХУ «Лиозненский лесхоз» необходимо провести селекционную инвентаризацию, которая включает массовый, групповой и индивидуальный отборы. Объектами исследования являются шесть участков ели европейской, наиболее распространенных в лесфонде ГЛХУ «Лиозненский лесхоз» по типам леса, представленных высокопродуктивными древостоями спелого и приспевающего возраста. Все участки расположены на территории Лиозненского лесничества ГЛХУ «Лиозненский лесхоз». Участок № 1 расположен в квартале 137, выделе 2, площадь выдела – 2,6 га. Состав насаждения 8Е2С+Б, возраст 80 лет. Средний диаметр 26 см, средняя высота – 23 м. Насаждение произрастает по II классу бонитета, полнота 0,7, количество деревьев на ПП 107 шт. (включая сосну и берёзу). Запас на 1 га – 320 м<sup>3</sup>. Тип леса – ельник мшистый. Присутствует благонадёжный подрост 10Е в количестве 2,0 тыс. шт./га. Также имеется редкий подлесок КРЛ, Р. Участок № 2 расположен в квартале 115, выделе 3, площадь выдела – 0,8 га. Состав насаждения 8Е2Б+С, возраст 75 лет. Средний диаметр 24 см, средняя высота – 23 м. Насаждение произрастает по I классу бонитета, полнота 0,7, количество деревьев на ПП 94 шт. (включая сосну и берёзу). Запас на 1 га – 300 м<sup>3</sup>. Тип леса – ельник мшистый. Подрост отсутствует. Также имеется редкий подлесок КРЛ, Р. Участок № 3 расположен в квартале 101, выделе 10, площадь выдела – 0,6 га. Состав насаждения 10Е+С+Б, возраст 60 лет. Средний диаметр 24 см, средняя высота – 23 м. Насаждение произрастает по I классу бонитета, полнота 0,7, количество деревьев на ПП 125 шт. (включая сосну и берёзу). Запас на 1 га – 320 м<sup>3</sup>. Тип леса – ельник кисличный. Подрост отсутствует. Также имеется средний подлесок КРЛ, Р, ЛЩ. Участок № 4 расположен в квартале 53, выделе 10, площадь выдела – 0,3 га. Состав насаждения 8Е1Д1Ос+Б, возраст 80 лет. Средний диаметр 30 см, средняя высота – 24 м. Насаждение произрастает по I классу бонитета, полнота 0,6, количество деревьев на ПП 93 шт. (включая дуб, осину и берёзу). Запас на 1 га – 28 м<sup>3</sup>. Тип леса – ельник кисличный. Присут-



ствуется благонадёжный подрост 10Е, высота 1,0 м, в количестве 1,5 тыс. шт./га. Также имеется средний подлесок КРЛ, Р. Участок № 5 расположен в квартале 76, выделе 3, площадь выдела – 0,2 га. Состав насаждения 10Е+С+Ос, возраст 65 лет. Средний диаметр 24 см, средняя высота – 22 м. Насаждение произрастает по I классу бонитета, полнота 0,9. Количество деревьев на ПП 121 шт. (включая сосну и осину). Запас на 1 га – 340 м<sup>3</sup>. Тип леса – ельник черничный. Подрост отсутствует. Также имеется редкий подлесок КРЛ, Р. Участок № 6 расположен в квартале 43, выделе 15, площадь выдела – 1,1 га. Состав насаждения 8Е1Д1Б+С, возраст 65 лет. Средний диаметр 26 см, средняя высота – 24 м. Насаждение произрастает по I классу бонитета, полнота 0,8. Количество деревьев на ПП 151 шт. (включая сосну, берёзу и дуб). Запас на 1 га – 320 м<sup>3</sup>. Тип леса – ельник черничный. Присутствует благонадёжный подрост 10Е, высота 1,0 м, 4,0 тыс. шт./га.

Лесоводственно-таксационная и селекционная характеристика исследуемых насаждений ели европейской представлены в таблице.

**Таблица – Лесоводственно-таксационная и селекционная характеристика исследуемых насаждений ели европейской**

ПП	Тип леса (ТУМ)	Состав	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Полнота	Участие типов деревьев в насаждении по качеству, %			Очищаемость стволов от сучьев, %	Селекционная категория
				Н, м	Д, см			высокого качества	средние по качеству	низкого качества		
1	Е. мш. (В <sub>2</sub> )	8Е2С+Б	84	23,8	29,0	II	0,68	26,5	60,2	13,3	23	Б
2	Е. мш. (В <sub>2</sub> )	8Е2Б+С+Лп	79	23,1	26,9	II	0,51	25,6	56,5	17,9	27	Б
3	Е. кис. (Д <sub>2</sub> )	10Е+С+Б	64	24,3	25,7	I	0,60	28,9	61,2	9,9	28	А
4	Е. кис. (Д <sub>2</sub> )	8Е1Д1Ос+Б	84	26,3	30,3	I	0,62	26,3	63,7	10,0	25	А
5	Е. чер. (С <sub>3</sub> )	10Е+С+Ос	69	23,9	24,2	I	0,71	22,4	50,0	27,6	23	Б
6	Е. чер. (С <sub>3</sub> )	8Е1Д1Б+С	69	23,6	23,9	I	0,70	18,9	75,0	6,1	26	Б

В результате селекционной инвентаризации насаждений установлено, что древостои под № 3 и 4 относятся к селекционной категории плюсовых, остальные – к селекционной категории нормальные.

## ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДКОРМОК РАЗЛИЧНЫМИ ДОЗАМИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Применение посадочного материала с закрытой корневой системой – это современный, высокотехнологичный и наиболее эффективный способ восстановления лесов и лесоразведения, который расширяет временные сроки создания лесных культур. При выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой целесообразно использовать минеральные удобрения и иные стимуляторы роста для оптимального питания сеянцев и получения высоких показателей роста.

Работа по установлению оптимальных норм и режимов проведения подкормок с использованием комплексных минеральных удобрений проводилась на базе производственного и научно-исследовательского отделов Учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр». В качестве контроля использовался режим без подкормки, а также в дозе подкормки на производственных посевах (1 норма), который предусматривал внесение 1% раствора удобрения Кристалон Голубой 19–6–20–3 и Кристалон Особый 18–18–18–3 с интервалом 2–3 дня. Опытные подкормки проводились в количестве, кратном 0,5, 1,5 и 2,0 от производственной нормы внесения. Контроль растворов удобрений производился путем измерения его электрического сопротивления. К окончанию вегетации была определена средняя высота сеянца и средний диаметр сеянца у корневой шейки. Результаты приведены в таблице.

**Таблица – Результаты по внесению удобрений для сосны обыкновенной**

№ п/п	Доза внесения минеральных удобрений	Средняя высота сеянца, см	Средний диаметр корневой шейки, мм
1	Без удобрений	9,38± 0,198	1,67± 0,029
2	0,5 нормы	11,54± 0,241	1,75± 0,025
3	1 норма	<b>14,79± 0,273</b>	1,92± 0,033
4	1,5 нормы	13,68± 0,296	<b>2,06± 0,035</b>
5	2 нормы	11,37± 0,223	1,86± 0,023

В результате установлено, что оптимальным является внесение удобрения в дозе 1,0 и 1,5 от производственной нормы.

Студ. А.Н. Рабцевич, А.Г. Пинчук  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ КАРТ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНОГО ФОНДА ГЛХУ «ГАНЦЕВИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ» ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И БАЗОВОГО ЛЕСО- УСТРОЙСТВА**

Проблема прогноза степени пожарной опасности лесов в Республике Беларусь в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с постоянно увеличивающимся антропогенным воздействием на леса с одной стороны, и участившимися засухами – с другой. Распределение территории Гослесфонда по классам природной пожарной опасности выполняется в процессе базового лесоустройства на основании, главным образом, типов леса, возраста лесных насаждений и близости к объектам местной инфраструктуры: дорогам, населенным пунктам, предприятиям. Кроме того, в пожароопасные периоды устанавливается класс пожарной опасности по условиям погоды [1].

Лесоустроительные работы в Республике Беларусь осуществляет предприятие «Белгослес», в состав которого входят 4 экспедиции (2 Минские, Гомельская и Витебская). Полный цикл лесоустройства включает подготовительные, полевые и камеральные работы. Камеральные работы в РУП «Белгослес» представляют собой составление таксационного описания, распределений древостоев по типам леса, полнотам, классам возраста, классам бонитета; расчет главного лесопользования; составление плана рубки; изготовление картографической информации, в том числе и создание карт пожарной опасности лесхозов [2]. На основании «наряда-задания» рассчитываются денежные затраты на данные виды работ при базовом лесоустройстве.

В настоящее время мониторинг и прогнозирование лесных пожаров осуществляется в соответствии с СТБ 1408–2003 на основании шкалы оценки типов леса и лесных участков по степени природной пожарной опасности для условий Беларуси (И.С. Мелехова, модифицированная И.Э. Рихтером), на основе которой РУП «Белгослес» создается карта-схема распределения территории лесхоза по классам пожарной опасности по кварталам.

Системы дистанционного зондирования широко применяются в современном лесоустройстве с целью инвентаризации и мониторинга лесных ресурсов [1]. Современное развитие систем космической съем-

ки и технологий обработки получаемых материалов, а также ГИС-технологий, обеспечивает возможность автоматизированного создания тематических карт пожарной опасности лесных территорий на любой период времени.

В качестве исходных данных для отработки методики оценки пожарной опасности являлись данные космической съемки спутника Landsat 8 на территорию ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз», обработка которых осуществлялось с использованием ГИС-технологий. Данная методика оценки пожарной опасности лесов основана на научных исследованиях кафедры лесоустройства. Для этого с помощью ГИС-технологий был получен космический снимок со спутника Landsat 8 на территорию ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз», была произведена коррекция снимка, расчет вегетационных индексов и поверхностной температуры на ЭВМ, которые в дальнейшем способствовали оценки для оценки лесной пожарной опасности [1].

Площадь лесного фонда лесхоза составляет 106 557 га, общее количество кварталов – 1087 штук, эти данные необходимы для сравнительной экономической оценки создания карты классов пожарной опасности лесного фонда по данным космической съемки и базового лесоустройства.

На создание карты классов пожарной опасности лесного фонда ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз» по стандартной лесоустроительной методике было затрачено 160,75 чел.-ч, что в 31,5 раз больше, чем по методике определения классов пожарной опасности по данным дистанционного зондирования (5,1 чел.-ч).

Также можно отметить, что по данным лесоустройства классы пожарной опасности для лесхоза определяют 1 раз в 10 лет (один раз за ревизионный период), а по данным космической съемки – можно определять динамично практически на любой период.

Таким образом определение пожарной опасности по данным данным дистанционного зондирования способствует повышению производительности труда, снижению трудоемкости, улучшению оперативности реагирования на изменение пожароопасной обстановки, а также снижению затрат на заработную плату инженерного персонала при выполнении данных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пушкин А.А., Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В. Использование материалов космической съемки для оценки пожарной опасности в лесах // Труды БГТУ. 2015 № 1 (174): Лесное хоз-во. С. 36–40.
2. Инструкция по созданию лесоустроительных планово-картографических материалов. – Мн.: «Белгослес», 2012.

Студ. Е.А. Шульга, А.В. Арловская  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **БОНИТИРОВКА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ГЛХУ «ЛЕЛЬЧИЦКИЙ ЛЕСХОЗ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»**

Для целей лесного кадастра объектом оценки являются лесные земли и древесный запас растущего леса. В отношении терминов оценки земли выделяют два вида: качественная оценка (бонитировка) почв по их естественному плодородию и экономическая оценка земли как важнейшего средства производства в лесном хозяйстве [1]. Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесобразующих пород в республике. В качестве исходной информации используются материалы лесоустройства, почвенных и геоботанических обследований.

Бонитировка сосновых лесов ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» выполнена с использованием функциональных возможностей ГИС «Лесные ресурсы» с актуализированной базой данных. Для выполнения бонитировки сосновых лесов [1], следует сначала рассчитать средние таксационные показатели (возраст, диаметр, высоту, запас на 1 га, относительную полноту, класс бонитета и класс товарности) сосновых древостоев в возрасте рубки для всех типов условий местопроизрастания, как средневзвешенные величины через площадь. Так как критерием оценки является экономическая продуктивность единицы площади лесных земель в среднем за год оборота рубки, то на основании средних таксационных показателей, таксовой стоимости и с использованием товарных таблиц была определена качественная цифра ( $Q_i$ ) – средняя стоимость 1 м<sup>3</sup> запасов древостоев на корню, полученная на основе лесных такс, проценту выхода деловой древесины, дров и отходов по каждому типу леса и категории защитности. Рассчитана фактическая экономическая ( $\mathcal{E}_{i, \text{факт}}$ ) продуктивность для каждого типа леса по формуле [1]:

$$\mathcal{E}_{i, \text{факт}} = \frac{M_i Q_i}{U}, \quad (1)$$

где  $M_i$  – запас в возрасте главной рубки, м<sup>3</sup>/га;  $Q_i$  – качественная цифра, руб.;  $U$  – оборот рубки (для природоохранных, рекреационно-оздоровительных и защитных лесов – 120 лет; для эксплуатационных лесов – 90 лет), лет.

В ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» наибольшую фактическую экономическую продуктивность, равную 81,55 руб./га, имеют сосняки кисличные, а наименьшую – сосняки осоковые-сфагновые

(4,08 руб./га).

Потенциальная продуктивность спелых сосновых древостоев определена на основании таблиц хода нормальных сосновых древостоев (В.Ф. Багинский, Ф.П. Моисеенко). С их использованием были установлены таксационные показатели в зависимости от бонитета (типа леса) и среднего возраста. Средние таксационные показатели использованы для расчета качественной цифры и потенциальной продуктивности сосновых насаждений (формула 1). Максимальная потенциальная экономическая продуктивность в ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» приходится на сосняки кисличные – 108,39 руб./га, а минимальная на сосняки осоково-сфагновые – 9,71 руб./га.

В связи с тем, что объектом исследования являются сосновые древостои, в качестве максимального показателя экономической эффективности используется значение для максимально продуктивного соснового насаждения (сосняк кисличный – Ia класса бонитета, принятого за 100 баллов). Фактический ( $B_{i, \text{факт}}$ ) и потенциальный ( $B_{i, \text{потенц}}$ ) баллы (таблица) для каждого типа леса определили по формуле [1]:

$$B_{i, \text{факт (потенц)}} = \frac{Э_{i, \text{факт (потенц)}} \cdot 100}{Э_{\text{max}}} \quad (2)$$

Для характеристики степени использования потенциальных возможностей лесных земель применяется коэффициент использования почвенного плодородия ( $K_{исп}$ ) [1]:

$$K_{исп} = \frac{B_{\text{факт}}}{B_{\text{потенц}}} \quad (3)$$

Качественная фактическая и потенциальная оценка земель (бонитировка) представляет собой оценку свойств почв, устойчиво коррелирующих с продуктивностью лесонасаждений ( $\text{м}^3/\text{га}$ , руб./га), качественными показателями (баллами). Используя шкалу бонитировки по потенциальной и фактической продуктивности, можно решать вопросы повышения общей продуктивности лесов на перспективу.

Результаты бонитировки сосновых лесов ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» показали, что фактическая продуктивность сосновых древостоев лесхоза оценивается в 685473 балла, а потенциальная продуктивность – 799472 балла. Расчеты свидетельствуют о том, что потенциальные возможности сосновых древостоев ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» используются на 89%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янушко, А.Д. Хозрасчет и эколого-экономическая оценка земельных и лесных ресурсов в лесхозах Беларуси /А.Д. Янушко, М.М. Санкович, Б.Н. Желиба. – Минск «Урожай», 1993. – 148 с.

Студ. В.А. Погорельский  
Науч. рук. доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСНЫ В СМЕШАННОМ ДРЕВОСТОЕ**

Оценка уровня конкуренции, которой подвергается растущее дерево, позволяет получать больше информации о таксационных особенностях роста древостоев. Так как показатели деревьев взаимосвязаны друг с другом, не смотря на разные методы расчетов, для имитации процессов роста могут использоваться диаметры, высоты, расстояния между деревьями и т.д.

Данные собирались в смешанном древостое с наличием долей сосны, березы и ели, различного возраста, произрастающем в 11 выделе 49 квартала Негорельского учебно-опытного лесхоза. Диаметр стволов измерялся мерной вилкой, высота деревьев – оптическим высотомером *SUUNTO PM5/1520*. Радиус крон, так же как и положения деревьев в системе координат, определялся с помощью ультразвукового дальномера *Haglof DME*. Собранные данные вносились в программу *Q-Gis*. В ходе обработки экспериментальных данных и картирования по собранным в процессе полевых работ координатам, была определена пространственная структура древостоя. Построена схема расположения деревьев на пробной площади.

В дальнейшем определялись центральные деревья сосны, находились расстояния до ближайших деревьев в радиусе 10 метров от зависимого дерева, и их таксационные показатели. Обработку экспериментального материала проводилась в программе “Statistica 12.0”.

Оценивалась зависимость таксационных показателей сосны (диаметр (D), высота, радиус кроны) от аналогичных таксационных показателей соседних деревьев различных пород и пространственного распределения на пробной площади (табл.).

Результатами анализа экспериментального материала является оценка регрессии. Проводится дисперсионный анализ: вычисляется сумма квадратов регрессии и остатков. В качестве основных статистических показателей для выбора структурных частей модели используются их стандартные ошибки, критерий Стьюдента, а также нижний и верхний доверительные пределы.

На центральные деревья сосны влияние березы значительно, зависимость диаметров сосны от таксационных показателей березы и пространственной структуры можно описать регрессионным уравне-

нием с корреляцией до 0,79. Так же наибольшее влияние оказали значительную зависимость дерева сосны с корреляцией до 0,78.

Данные исследования показали – при увеличении расстояния до ближайших деревьев берёзы идет увеличение таксационных показателей.

**Таблица – Уравнения зависимости показателей сосны от параметров соседних деревьев**

Показатель	Влияющие деревья	Лучшие уравнения	Коэффициент корреляции
<i>D</i>	Береза	$b_0+b_1 \cdot L^2+b_2 \cdot D+b_3 \cdot H+b_4 \cdot R^2)$	0,79313954
	Пень	$b_0+b_1 \cdot L^3$	0,42996012
	Сосна	$b_0+b_1/L^3+b_2 \cdot D+b_3 \cdot H+b_4 \cdot R)$	0,70253009
	Ель	$b_0+b_1 \cdot L+b_2/H^2+b_3/D^2+b_4 \cdot R)$	0,64547146
<i>H</i>	Береза	$b_0+b_1/L^3+b_2 \cdot D+b_3 \cdot H+b_4 \cdot R)$	0,70018238
	Пень	$b_0+b_1 \cdot L^3)$	0,10355181
	Сосна	$b_0+b_1 \cdot H+b_2 \cdot D+b_3 \cdot R^3+b_4/L^3)$	0,7837437
	Ель	$b_0+b_1 \cdot L^3+b_2 \cdot D^3+b_3 \cdot H^3+b_4 \cdot R^3)$	0,2950168
<i>R</i>	Береза	$b_0+b_1 \cdot L+b_2/D^3+b_3 \cdot H+b_4/R^3)$	0,63386477
	Пень	$b_0+b_1 \cdot L^3)$	0,06516926
	Сосна	$b_0+b_1 \cdot L^3+b_2 \cdot H^3+b_3 \cdot D+b_4/R^3)$	0,70647059
	Ель	$b_0+b_1 \cdot L^3+b_2 \cdot H^3+b_3 \cdot D+b_4 \cdot R)$	0,47691161

Исходя из полученных данных можно говорить о том, что влияние пространственной структуры нужно учитывать для планирования мероприятий по уходу, а также создавать оптимальные по составу смешанные насаждения. Сформированная правильно пространственная структура древостоя может дать возможность для более правильного выбора рубок. Так же будет способствовать улучшению качества и количества получаемой древесины и формирования качественного насаждения в краткие промежутки времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Погорельский «Влияние пространственной структуры древостоев на конкуренцию деревьев»// 70-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и Маг.ов// 15–20 апреля Минск: сборник научных работ. Ч. 1 / - Минск: БГТУ, 2019. – С. 98–100.



Студ. А.М. Кречик, И.П. Кононович  
Науч. рук. доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

**ВНУТРИВИДОВОЕ И МЕЖВИДОВОЕ ВЛИЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ  
В СЛОЖНОМ ДРЕВОСТОЕ (НА ПРИМЕРЕ  
«НЕГОРЕЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА»)**

В данной работе изучается анализ влияния на таксационные показатели ели соседних деревьев ели, сосны, березы и вырубленных деревьев (пней).

Была заложена пробная площадь в еловом насаждении с примесью сосны и березы на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза площадью 0,25 га с количеством деревьев 462 шт. Для каждого дерева были определены показатели: диаметр на высоте 1,3 м, высота дерева, высота кроны, радиус кроны и определено их взаимное местоположение.

Для анализа влияния деревьев на таксационные показатели ели были взяты керны 28 елей и определен их среднегодовой прирост с помощью программы *QGIS*, а также определены влияющие на них соседние деревья, расстояния до них и средние показатели соседних деревьев по породам. Полученные данные были проанализированы в программе *Statistica* путем подбора регрессионных уравнений, описывающих зависимость таксационных показателей анализируемых деревьев ели от показателей соседних деревьев разных пород через дисперсию и коэффициент корреляции.

В таблице представлены отобранные уравнения, которые наилучшим образом описывают зависимость показателей ели от соседних деревьев. Исходя из значений коэффициента корреляции, представленных в таблице, можно проанализировать внутривидовые и межвидовые взаимоотношения в насаждении.

Влияние соседних елей из всех показателей наиболее отражается на показателях диаметра и радиуса кроны с коэффициентами корреляции 0,31957192 и 0,32789168 соответственно.

Сосна оказывает наибольшее влияние на прирост ели ( $R=0,72471296$ ), при этом одинаково влияет на показатели диаметра, высоты и радиуса кроны ( $R=0,37936493$ ;  $0,36669121$ ;  $0,36793422$  соответственно).

Влияние березы наиболее отражается на радиусе кроны ели, с коэффициентом корреляции 0,60027399, затем на показателях высоты и диаметра ( $R=0,46704217$ ;  $0,46692255$  соответственно). Наименьшее влияние береза оказывает на прирост деревьев ели ( $R=0,4147779$ ).

**Таблица – Уравнения зависимости таксационных показателей ели от соседних деревьев**

Показатель	Уравнения	Коэффициент корреляции, R
влияние ель		
$Z_r$	$b_0+b_1/(L+R)+b_2/H^2+b_3/D^3$	0,29384376
$D$	$b_0+b_1/(L*R) +b_2*H^2+b_3*D^3$	0,31957192
$H$	$b_0+b_1/(L*R) +b_2*H^2+b_3*D^3$	0,28020153
$R$	$b_0+b_1/(L*R) +b_2*H^2+b_3*D^3$	0,32789168
влияние сосны		
$Z_r$	$b_0+b_1/L+b_2*H^2+b_3*D^2$	0,72471296
$D$	$b_0+b_1/L^3+b_2*H^2+b_3/D^3+b_4/R$	0,37936493
$H$	$b_0+b_1/L^3+b_2*H^3+b_3/D^3+b_4/R$	0,36669121
$R$	$b_0+b_1/L^3+b_2*H^2+b_3/D^3+b_4/R^3$	0,36793422
влияние березы		
$Z_r$	$b_0+b_1/L+b_2*H^3+b_3*D^2$	0,4147779
$D$	$b_0+b_1/L+ b_2*H^3+b_3*D^2$	0,46692255
$H$	$b_0+b_1/L+ b_2*H^3+b_3*D^2$	0,46704217
$R$	$b_0+b_1/(L*R)+b_2/H^2+b_3/D^3$	0,60027399
влияние расстояния до пней		
$Z_r$	$b_0+b_1*L+b_2*L^3$	0,31328328
$D$	$b_0+b_1/L+b_2*L^3$	0,35596784
$H$	$b_0+b_1/L+b_2*L^3$	0,31216424

Наибольшее влияние на анализируемые деревья ели оказывают соседние деревья березы, затем деревья сосны. Внутривидовое влияние ели на ель выражено слабо, о чем свидетельствуют наименьшие значения коэффициента корреляции. Это связано с тем, что ель в данном древостое находилась во втором ярусе, и сами деревья ель были на достаточно значимом расстоянии друг от друга.

По данным таблицы также можно сделать вывод о влиянии соседних деревьев на отдельные таксационные показатели ели. Исходя из этого видно, что непосредственно на прирост ели наибольшее влияние оказывают деревья сосны. Наибольшее влияние на показатели диаметра, высоты и радиуса кроны ели оказывают соседние деревья березы.

В результате можно сделать вывод, что в еловом насаждении большее значение имеет межвидовая конкуренция, чем внутривидовая. Это может быть связано с биологическими и физиологическими особенностями ели.

Студ. Н.В. Кучук, И.Э. Никитюк  
Науч. рук. доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

### **ВЛИЯНИЕ РУБКИ УХОДА (ПРОРЕЖИВАНИЯ) НА ПРИРОСТ В ЧИСТОМ ЕЛОВОМ ДРЕВОСТОЕ**

В данной работе рассматривается анализ внутривидового влияние деревьев ели, а также влияние сухостойных деревьев и пней на таксационные показатели рядом располагающихся деревьев ели.

Исследованию подлежит одна пробная площадь, заложенная в еловом насаждении Негорельского учебно-опытного лесхоза площадью 0,16 га, на которой 5 лет назад была проведена рубка прореживания. В ходе полевых работ для каждого дерева были определены таксационные показатели: диаметр на высоте 1,3 м при помощи мерной вилки, высота и начало кроны - оптическим высотомером SUUNTO PM5/1520, радиус кроны - мерной лентой, а также определили взаимное месторасположение деревьев, определив их координаты с помощью ультразвукового дальномера Haglof DME. В дальнейшем обработали собранные данные и внесли в программу Q-GIS создавая план размещения деревьев на пробе (рисунок).

Для выявления внутривидового влияния на таксационные показатели было выбрано 26 основных деревьев ели, а так же оценивались находящиеся в непосредственной близости с ними пни, сухостойные деревья и конкурирующие с центральными деревьями соседние деревья ели. Из таксационных показателей вышеперечисленных объектов была создана база данных, которая была проанализирована при помощи программного продукта Statistica.

В программе Statistica были подобраны регрессионные уравнения, описывающие зависимость таксационных показателей анализируемых деревьев ели от показателей соседних деревьев и пней через дисперсию и коэффициент корреляции. Уравнения описывающие зависимости показателей представлены в таблице.

Проанализировав значений коэффициента корреляции, представленных в таблице, можно сделать вывод о внутривидовой конкуренции, а также о влиянии таких лесных объектов, как пни и сухостойные деревья, на таксационные показатели произрастающих рядом с ними деревьев ели.

Влияние находящихся рядом сухостойных деревьев на ель в основном оказывается на протяженность кроны центральных деревьев, коэффициент корреляции регрессионных уравнений для данного показателя составляет 0,53.

**Таблица – Уравнения зависимости таксационных показателей**

Показатель	Уравнение	Коэффициент корреляции, (R)
<i>Влияние ели</i>		
Диаметр	$D=b_0+b_1*H+b_2*(D^4)+b_3*(Rk*Rl)+b_4/(L^4)$	0,47569616
Высота	$H=b_0+b_1*H+b_2*(D^4)+b_3*(Rk*Rl)+b_4/(L^4)$	0,56484977
Протяженность кроны	$Lk=b_0+b_1*H+b_2*(D^4)+b_3*(Rk*Rl)+b_4/(L^4)$	0,62828784
Радиус кроны	$Rk=b_0+b_1*H+b_2*(D^4)+b_3*(Rk*Rl)+b_4/(L^4)$	0,40997194
<i>Влияние сухостойных деревьев</i>		
Диаметр	$D=b_0+b_1/(H^{10})+b_2/(D^{10})+b_3/(Rk*Rl^{11})$	0,47677927
Высота	$H=b_0+b_1/(H^{10})+b_2/(D^{10})+b_3/(Rk*Rl^{11})$	0,44607741
Протяженность кроны	$Rl=b_0+b_1/(H^{10})+b_2/(D^{10})+b_3/(Rk*Rl^{11})$	0,53259907
Радиус кроны	$Rk=b_0+b_1/(H^{10})+b_2/(D^{10})+b_3/(Rk*Rl^{11})$	0,30626758
<i>Влияние пней</i>		
Диаметр	$D= b_0+b_1*L$	0,64333883
Высота	$H= b_0+b_1*L$	0,68345275
Протяженность кроны	$Rl = b_0+b_1*L$	0,57849204
Радиус кроны	$Rk= b_0+b_1*L$	0,45637738

Проведение рубки ухода снижает уровень конкуренции и позволяет оставшимся деревьям значительно увеличивать темпы роста.

Исходя из данных исследований можно сделать вывод, что формирование правильно пространственной структуры древостоя, поддержания уровня здоровой конкуренции между деревьями является крайне важной и необходимой задачей для получения высокопродуктивных насаждений, а так же насаждений с определенной хозяйственной ценностью, способных давать лесные материалы в соответствии с нуждами потребителя.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ С БПЛА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

В современном мире высоких технологий наблюдается очень быстрое развитие компьютерных технологий, это развитие есть и в лесном хозяйстве. В настоящее время в лесном хозяйстве идет активное внедрение инновационных технологий.

Одно из прогрессивных и новейших решений является внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), по типу квадрокоптера, для осуществления важных задач, таких как: мониторинг лесных и лесокультурных площадей, оценка естественного возобновления; обнаружение лесных пожаров; обнаружение и обследование незаконных мест рубок; определение таксационных показателей и санитарного состояния деревьев.

Съемка в инфракрасном диапазоне используется для исследования лесных массивов. Она помогает определять породный состав и выявлять очаги распространения вредителей или болезней. Данные в видимом диапазоне обеспечат своевременный контроль видов рубок, площадей вырубок, размещения лесовозных дорог, волоков и погрузочных площадок в соответствии с технологической картой разработки лесосеки.

Благодаря мультиспектральной камере определение породного состава лесных насаждений стало намного проще.

Осмотр действующих пожаров (также с использованием инфракрасных камер) в чрезвычайные периоды, когда применение классической авиации невозможно из-за задымленности района – особенно удобно использовать БПЛА как ретранслятор при организации радиосвязи на лесных пожарах. Получая данные прямо с борта БПЛА в реальном времени, вы сможете следить за продвижением лесных пожаров и прогнозировать их развитие с учетом метеорологических условий и пирогенных факторов.

Мероприятия направлены на выявление маршрутов движения техники и объемов транспортировки древесины, точки сбора противоправных лиц, хранения оборудования, выявления технологической цепочки транспортировки и реализации незаконной древесины. Иными словами, БПЛА способен выявлять и бороться с браконьерами. Беспилотник также может выполнять мониторинг диких животных в заповедниках, наблюдать и подсчитывать количество птиц. Лесо-

устройство с дрона: плановая аэрофотосъемка крупных участков насаждений лесничеств с целью проведения лесоустройства; адресная аэрофотосъемка небольших лесных участков по заказу лесопользователя.

Преимущества использования БПЛА для решения лесных хозяйственных задач: простая посадка на ограниченную по площади территорию; автоматическая посадка в заданную точку; универсальность и высокий потолок аппарат может работать на любой высоте (от метра до километра); используйте автопилот или ручное управление; возможность детального рассмотрения интересующего объекта с нужной высоты. К преимуществам беспилотной авиации можно отнести её экономическую выгоду в сравнении с пилотируемой авиацией, лёгкую транспортировку аппарата, скорость получения данных.

Рынок квадрокоптеров на сегодняшний момент велик, их выпускают в 52 странах. Для использования в лесном хозяйстве квадрокоптеры должны отвечать следующим параметрам: оптимальной дальностью полёта; быстрым разворачиванием; длительным временем полета (не менее 23–30 мин); хорошей камерой с расширением матрицы не ниже FULL HD; невысокой ценой.

Практика приобретения и введения в эксплуатацию дронов внедряется во всех лесхозах страны. Не исключением стал и Пинский лесхоз. Здесь используется квадрокоптер DJI Mavic 2. Максимальное время полета квадрокоптера 31 минута, максимальная высота полета 500 м, максимальная скорость полета 20 м/с, навигационная система GPS и ГЛОНАСС, интеллектуальные режимы полета, стоимость 3000 руб. ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» и «Стародорожский опытных лесхоз» приобрели профессиональный квадрокоптер компании DJI из серии Phantom 3[1]. Максимальное время полета 23 минуты, максимальная высота полета 500 м, максимальная скорость полета 16 м/с. Ultra HD-видеокамера и встроенная система Lightbridge позволяют оператору видеть на расстоянии до двух километров в режиме реального времени в качестве HD 720p то, что снимает квадрокоптер, стоимость 1650 руб.

Из выше сказанного можно сделать вывод о том, что использование БПЛА для целей лесного хозяйства является очень перспективным направлением и требует тщательного исследования и наработки практических рекомендаций по использованию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. РУП «Белорусская лесная газета» [Электронный ресурс] / Белорусская лесная газета – Минск, 2020. – Режим доступа: <https://lesgazeta.by/>. – Дата доступа: 04.05.2020.

Студ. В.О. Мамуль  
Науч. рук. ст. преп. В.В. Коцан  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

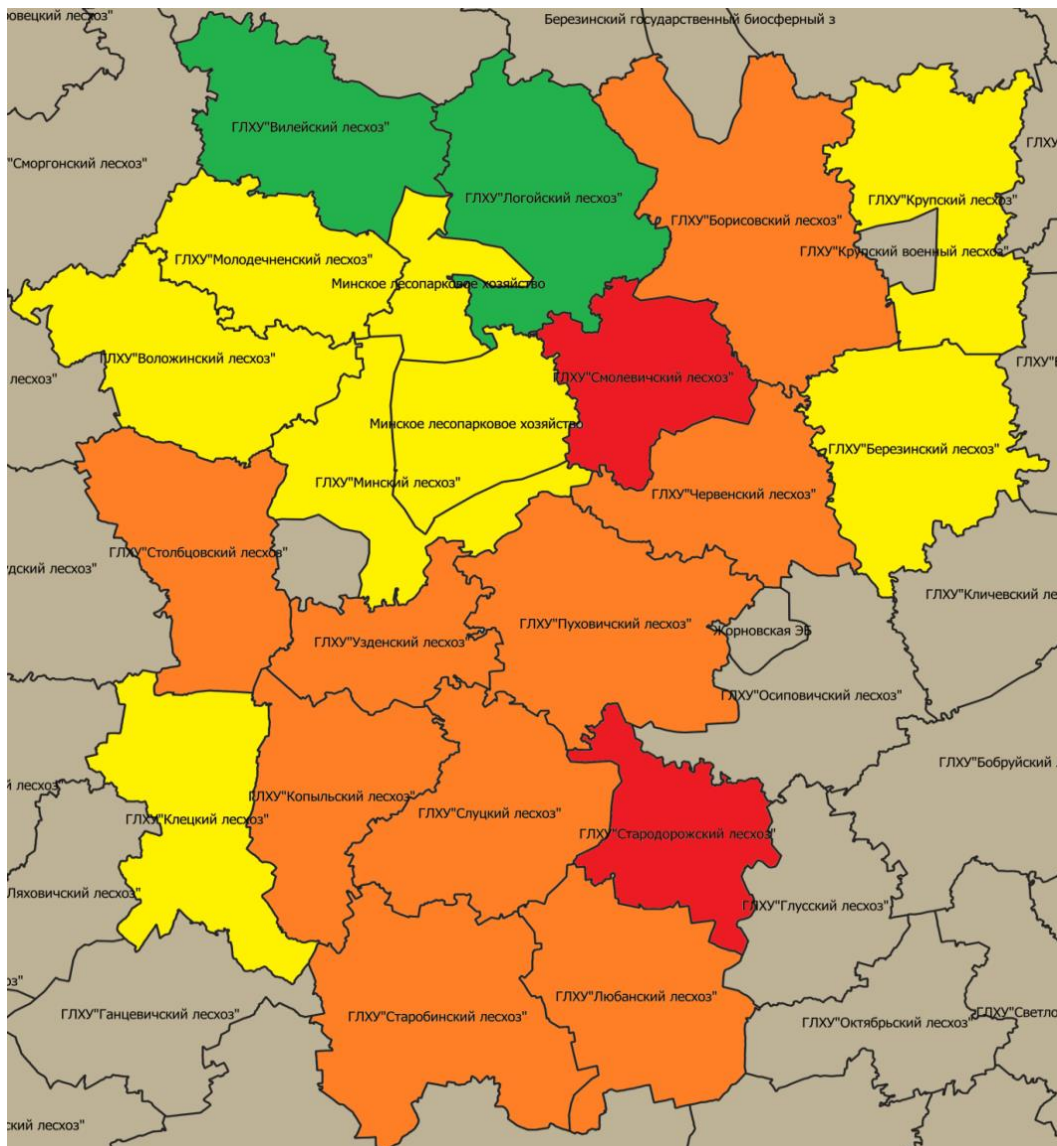
## **ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ УСУХАНИЙ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МИНСКОГО ГПЛХО**

Так называемое короедное усыхание сосны и ели в Беларуси начали фиксировать в 2010 г. Впервые очаги были выявлены в Гомельском лесхозе, в 2012 г. факты такого усыхания обнаружены в Минской и Гродненской областях, в 2014 г. – в лесхозах Брестской области, а к 2015 г. наличие проблемы отмечено во всех административных областях республики. С таким фактом массового ослабления сосняков столкнулись впервые за всю историю ведения лесного хозяйства в нашей стране. Столь масштабные лесопатологические процессы в сосняках предположительно связаны с климатическими изменениями, уменьшением количества осадков, приводящих к ослаблению защитных функций деревьев и способствующих размножению стволовых насекомых.

Увеличение площади очагов и повышение интенсивности усыхания деревьев в них в последние годы фиксируют не только в лесных культурах, но и в сосняках естественного происхождения. Специалисты в значительной степени связывают данное явление с существенной трансформацией комплекса стволовых вредителей сосны и повышением их активности.

Для анализа усыханий были взяты данные отводов всех лесхозов Минского ГПЛХО по сплошным санитарным рубкам. Проведя сравнительный анализ общих показателей, поврежденных сосновых и еловых насаждений в условиях массовых усыханий, можно сделать вывод, что менее устойчивыми являются смешанные еловые и чистые сосновые насаждения. При практически равных долях чистых и смешанных древостоев усыхают в подавляющем большинстве смешанные насаждения ели (85,95%) и чистые насаждения сосны (50,5%). Так, в ГЛХУ «Старобинский лесхоз» наибольшее количество усыханий хвойных лесных насаждений зафиксированы на 738 участках общей площадью 476 га. При этом усыхания сосновых насаждений наблюдались на площади 397 га (83 %), а еловых – на площади 79 га (17 %).

Наибольшая общая площадь усыхающих, усохших (в том числе вырубленных) хвойных лесных насаждений наблюдается в ГЛХУ «Смолевичский лесхоз» она составила 1 893 га и в ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз» – 1 243 га с наибольшим запасом 309 112 м<sup>3</sup>.



**Рисунок – Схема определения расположения деревьев на пробной площади**

Наибольшая средняя площадь участков усыхания сосны и ели составила в ГЛХУ «Смолевичский лесхоз» – 5,23 га и 3,79 га соответственно. Таким образом, проанализировав полученные данные мы пришли к выводу, что наиболее пострадала от усыханий хвойных насаждений южная часть Минского ГПЛХО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Севко, О. А. Сравнительный анализ показателей чистых и смешанных сосновых насаждений в условиях массового усыхания в подзоне широколиственно-сосновых лесов Беларуси // Лесное х-во: тезисы докладов 82-й научно-техн. конф. проф.-препод., Минск, 1–14 февраля 2018 г. / Белорусский гос. технолог. ун-т. – Мн: БГТУ, 2018. – С. 23.



Студ. А.А. Казанович, М.П. Кононович  
 Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
 (кафедра лесоустройства, БГТУ)

### АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЛЕСОЗАГОТОВОК И РЕАЛИЗАЦИИ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ВИЛЕЙСКОГО ЛЕСХОЗА

В данной работе нами был выполнен анализ динамики лесного фонда ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» [1], анализ сведений о структуре заготовки лесопродукции (2018 г.; данные за 2019 г. на момент подготовки работы и статьи не были доступны), см. таблица 1.

**Таблица 1 – Сведения о структуре заготовки лесопродукции**

Группа пород	Наименование ЛП	Заготовлено за период (2018 год) (по видам)				
		главное	промежуточн.	прочие рубки	всего	процент от общего объема
Хвойные	Деловая всего, м <sup>3</sup>	57,325	24,967	28,751	111,043	47,8
	Дрова, м <sup>3</sup>	19,987	24,961	13,567	58,515	25,2
	Всего, м <sup>3</sup>	77,312	49,928	42,318	169,558	73,0
Мягколиственные	Деловая всего, м <sup>3</sup>	14,978	7,344	2,257	24,579	10,6
	Дрова, м <sup>3</sup>	15,394	14,892	7,996	38,282	16,5
	Всего, м <sup>3</sup>	30,372	22,236	10,253	62,861	27,0
Всего	Деловая всего, м <sup>3</sup>	72,303	32,311	31,008	135,622	58,4
	Дрова, м <sup>3</sup>	35,381	39,853	21,563	96,797	41,6
	Всего, м <sup>3</sup>	107,68	72,164	52,571	232,419	100,0

Исходя из таблицы 1 можно сказать, что в лесхозе за период 2018 г. в большей степени заготавливалась лесопродукция хвойных пород (169 тыс. м<sup>3</sup>) (73% от общего объема). Лесопродукция мягколиственных пород - 62 тыс. м<sup>3</sup>, 27% от общего объема. Такое соотношение заготовок исходит из породного состава Вилейского лесхоза [1, 2]. Наш анализ показал, что наибольшей популярностью в лесхозе пользуются лесоматериалы: пиловочное бревно (51,3%), балансы (27,9%), техсырье (10,9%), фанерное бревно для лущения (6,7%). Значительная часть круглых лесоматериалов перерабатывается лесхозом (111,485 тыс. м<sup>3</sup>), в том числе дрова (78,549 тыс. м<sup>3</sup>) (производство щепы), деловая древесина (32,936 тыс. м<sup>3</sup>). Реализации остального объема - посредством биржевых торгов на ОАО «БУТБ» (100,567 тыс. м<sup>3</sup>), в т. ч. - на экспорт (квота) через УП «Беллесэкспорт» (47,436 тыс. м<sup>3</sup>). На внутреннем рынке лесоматериалов крупнейшим потребителем является СП ММЦ - 26126 м<sup>3</sup> лесоматериалов (2018 г.) (или 46,8%),

вторым потребителем сырья является ИООО «Кроноспан» (16126 м<sup>3</sup> (30%)), УП «Беллесэкспорт» (внутренний рынок) - 5,9%, ОАО «Мостодрев» - 5,6%. Основные сведения об основных потребителях и объемах поставок на экспорт (в 2018 г.) представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Сведения об основных потребителях и объемах поставок пиломатериалов и древесной щепы на экспорт в 2018 г.**

Наименование покупателя	Страна импортера	Наименование лесоматериалов	Древесная порода	Условия поставки	Объем, м <sup>3</sup>
Ласкана	Латвия	щепа	–	ДАФ	969,93
ЗАО «Гретвита»	Литва	щепа	–	ДАФ	332,65
		щепа	–	ФСА	8 532,17
Юртранса	Эстония	щепа	–	ДАФ	6 355,07
СВ Тимбер	Литва	п/материалы	Сосна	ФСА	4 300,29
			Ель	ФСА	542,17
Фокс Трейд	Польша	колья/оцилиндр.	Сосна	ФСА	260,54
Ламбер стандарт	Латвия	колья/оцилиндр.	Сосна	ФСА	715,41
Vera	Польша	оцилиндровка	Сосна	ФСА	146,05
Palletten de backer	Бельгия	крышка поддона	Сосна	ФСА	2 966,00
Зетбир	Литва	оцилиндровка	Сосна	ФСА	29,68
Орнате	Литва	колья/оцилиндр.	Сосна	ФСА	272,2
EX-VALE	Латвия	колья/оцилиндр.	Сосна	ФСА	24,57
Итого	–	–	–	–	25 446,73

Экспорт пиломатериалов, древесной щепы - через отраслевого спецэкспортера УП «Беллесэкспорт», большая часть продукции поставляется в Литву и Эстонию. На экспорт было отгружено 25 446,73 м<sup>3</sup> лесопроductии (щепа - 16 188 м<sup>3</sup>). В целом, лесхоз имеет хорошую базу по заготовке и переработке древесины. Однако наш анализ выявил недостаток березовых молодняков, что с учетом повышающегося спроса на древесину мягколиственных пород может отрицательно сказаться на финансовом положении лесхоза в будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесоустроительный проект ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» Минского ГПЛХО на 2012–2021 годы / РУП «Белгослес». – Минск, 2011: Пояснительная записка. - 431 с.
2. ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» [Электронный ресурс] / Для общественности. – Режим доступа: <http://lesvilia.by/page-22.html/>. – Дата доступа: 07.02.2020.

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ  
(*CERVIDAE*) НА САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ  
ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ГЛХУ «БЕЛЫНИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

С 2015 года в лесном фонде Беларуси участились повреждения лесных культур дикими копытными животными (лось, косуля, благородный олень), в рацион которых входит древесно-веточный корм. Повреждения отмечаются уже через 1–2 года после посадки и продолжаются до 15–20 летнего возраста. Так, В 2019 году лесохозяйственными учреждениями Министерства лесного хозяйства проведены обработки на площади 7636 га по защите лесных культур от повреждений дикими копытными животными.

Целью данной работы являлось проведение лесопатологическое обследование лесных культур Белыничского лесхоза, изучения влияния диких животных на санитарное состояние лесных культур, оценка кормовой базы, анализ биотехнических мероприятий. Исследования проводили на территории зоны В (зона покоя), где наблюдается наибольшее скопление Оленей.

Рекогносцировочного обследования лесных культур было проведено на 186 участках общей площадью 536,0 гектар. Были исследованы такие породы как сосна, ель, лиственница, дуб (таблица 1).

**Таблица 1 – Распределение площадей по породам и повреждению лесных культур в ГЛХУ «Белыничский лесхоз»**

Всего обследовано		Сосна		Ель		Дуб		Лиственница	
		всего	из них повреждено	всего	из них повреждено	всего	из них повреждено	всего	из них повреждено
536,0	га	247,1	86,0	157,0	49,0	109,9	43,0	22,0	5,3
100	%	46,1	34,8	29,3	31,2	20,5	39,1	4,1	24,3

Распределение повреждений лесных культур по породам в ГЛХУ «Белыничский лесхоз», показало, что наиболее часто повреждается сосна – 34,8% от всех обследованных сосновых культур, в наименьшей степени повреждается лиственница – 24,3% (таблица 2).

**Таблица 2 – Распределение лесных культур по древесным породам и степени повреждения в ГЛХУ «Белыничский лесхоз», га/%**

Основная порода в лесных культурах	Всего обследовано, га.	Степень повреждений и их определение			
		здоровые и незначительно поврежденные, га/%	слабоповрежденные, га/%	среднеповрежденные, га/%	сильноповрежденные, неперспективные, погибшие, га/%
Сосна	247,1	<u>161,1</u> 65,2	<u>57,3</u> 23,2	<u>21,6</u> 8,7	<u>7,1</u> 2,9
Ель	157,0	<u>108,0</u> 68,8	<u>30,3</u> 19,3	<u>14,8</u> 9,4	<u>3,9</u> 2,5
Дуб	109,9	<u>66,9</u> 60,9	<u>28,6</u> 26,0	<u>11,2</u> 10,2	<u>3,2</u> 2,9
Лиственница	22,0	<u>16,7</u> 75,7	<u>3,3</u> 15,0	<u>1,4</u> 6,4	<u>0,6</u> 2,9

В ходе оценки санитарного состояния лесных культур по степени повреждения было выявлено, что наибольший процент площади имеют здоровые или незначительно поврежденные. Однако, средний класс санитарного состояния, который определяли как средневзвешенный по интерпретированной формуле, составляет для культур лесхоза I,5.

Исследования позволили систематизировать основные типы повреждения хвойных лесных культур наибольший процент составляет объедание ветвей 60-65%, обломы верхушки и ветвей 14–15%. У дуба ситуация по типам повреждения немного отличается. Основным типом является выбивания желудей 47%, объедание ветвей 23%

Таким образом, влияние повреждений, наносимые представителями семейства оленых (*Cervidae*), на высоту лесных культур в возрасте до 6 лет довольно значительные, а в возрасте от 7 до 15 лет разница между высотами, разных степеней повреждения, несущественная, и достоверно не отличается. Влияние на диаметр визуально заметно, но при обработке данных в статистике достоверные различия отсутствовали. При этом разница в диаметре между разными степенями повреждения не значительная.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Влияние таксационных показателей насаждений на концентрацию лося и косули / С.В. Залесов, Л.А. Белов, В.В. Савин, А.Ю. Толстиков, Д.А. Шубин // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 7 (149). С. 9–15.

**РОЛЬ СТВОЛОВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ  
ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ОТПАДА В СОСНЯКАХ  
ГЛХУ «ЕЛЬСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

В ходе проведения рекогносцировочного обследования сосняков Скороднянского лесничества ГЛХУ «Ельский лесхоз» были получены данные распределения их по классам биологической устойчивости, которые приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение обследованных сосновых насаждений по классам биологической устойчивости**

Класс биологической устойчивости	Площадь	
	га	%
I	460,2	75,3
II	150,7	24,7
III	–	–
Всего	610,9	100,0

Из таблицы 1 видно, что из всех обследованных сосняков лесничества основную часть занимают насаждения первого класса биологической устойчивости (75,3%); сосняки с нарушенной устойчивостью составляют 24,7%.

Для определения состояния обследованных насаждений, поврежденных корневой губкой и стволовыми вредителями, было заложено 6 пробных площадей, где производился сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины и категориям их лесопатологического состояния.

Санитарное состояние сосняков характеризуют объемы текущего и естественного отпада. Оценка состояния сосновых насаждений на наших пробных площадях приведена в таблице 2.

**Таблица 2 – Оценка состояния сосновых насаждений на пробных площадях**

Номер пробной площади	Возраст, лет	Тип леса	Отпад, шт./%			
			текущий		общий	
			не заселенные	заселенные	всего	в т. ч. заселенных
1	2	3	4	5	6	7
1	69	С. оп.	–	16/15,5	20/19,4	20/100

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
2	57	С. ор.	–	13/12,3	13/12,3	13/100
3	83	С. мш.	–	11/9,2	11/9,2	11/100
4	83	С. мш.	–	23/22,8	29/28,7	29/100
5	73	С. мш.	–	10/8,0	13/10,4	13/100
6	88	С. мш.	–	10/8,0	14/11,2	14/100

Анализируя данные в таблице 2, видно, что в высоковозрастных насаждениях мшистого типа леса общий отпад выше. В сосновых насаждениях текущий отпад по сравнению с естественным значительно выше на всех пробных площадях.

Что касается общего отпада, то здесь наблюдается его накопление, что свидетельствует о необходимости проведения санитарно-оздоровительных мероприятий.

Оценка состояния сосняков разных типов леса приведена в орляковом и мшистом типах леса, близких по возрасту.

В таблице 3 дана оценка состояния сосняков разных типов леса близкого возраста.

**Таблица 3 – Оценка состояния сосняков разных типов леса, близких по возрасту**

Тип леса	Возраст	Номер пробной площади	Отпад, шт./%			
			текущий		общий	
			не заселенные	заселенные	всего	в т. ч. заселенных
С. ор.	69	1	–	16/15,5	20/19,4	20/100
С. мш.	73	5	–	10/8,0	13/10,4	13/100

Из таблицы 3 видно, что больший общий отпад в сосняке орляковом (19,4%), а наименьший отпад в сосняке мшистом (10,4%). В 69 лет в сосняке орляковом общий отпад составил 19,4% от общего числа стволов, из них заселено ксилофагами 100%.

Также в этом типе леса наблюдается и наибольший текущий отпад (15,5%). В сосняке мшистом в 73 года общий отпад составляет 10,4%, из которых заселено 100%.

Таким образом, патологический отпад, превышающий естественный, формируется в сосняках лесничества в результате заселения деревьев стволовыми вредителями.

Студ. А.А. Смирнов,  
Науч. рук. доц. А.В. Хвасько

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛЬНИКОВ ЧЕРИКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА И ПУТИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ**

Массовое усыхание еловых насаждений в конце XX – начале XXI века являлось одной из самых крупных проблем в области защиты леса, когда-либо возникавшей перед лесоводами Беларуси. Начавшись в 1993 году, после засухи 1992 года, гибель еловых лесов продолжается и до настоящего. Среди причин усыхания указываются стволовые вредители, некротические и раковые болезни ветвей и стволов, гнилевые болезни стволов и корней и др.

Объектами полевых исследований являлись еловые насаждения, произрастающие на территории Чериковского лесничества. При проведении лесопатологического обследования установлено, что значительное влияние на санитарное состояние ельников оказывают грибные болезни, вызывающие ослабление роста и преждевременное усыхание деревьев, снижение продуктивности и товарности древостоев. Среди них наибольший вред причиняет язвенный рак, который вызывается грибами из родов *Ceratocystis*, *Nectria*.

Площадь пораженных язвенным раком еловых насаждений составляет 90,9 га или 12,9% от общей обследованной площади. В наибольшей степени поражены ельники III класса возраста, кислично-го типа леса. Развитие болезни достигает кульминации в III–IV классе. В дальнейшем, с повышением возраста еловых насаждений, устойчивость ели к язвенному раку повышается. Санитарно-оздоровительные мероприятия требуются на площади 95,8 га.

На основании проведенных исследований предложен комплекс мероприятий по защите еловых насаждений от язвенного рака, основными из которых является проведение санитарных рубок различной интенсивности.

Рекомендуется проведение выборочных санитарных рубок при слабой и средней степени поражения язвенным раком. Такие насаждения составляют 80,5 га с вырубемым запасом 2493 м<sup>3</sup>. При сильной степени поражения язвенным раком на площади 15,3 га следует провести сплошную санитарную рубку с вырубемым запасом 5482 м<sup>3</sup>.

Для своевременного обнаружения очагов заболеваний считаем целесообразным организовать постоянный лесопатологический надзор за санитарным состоянием еловых насаждений.

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПРЕДСКАЗАНИЯ ВСТРЕЧАЕМОСТИ СМОЛЯНОГО РАКА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НЕГОРЕЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Смоляной рак является одной из наиболее распространенных болезней в сосняках Беларуси и Европы [1]. С повышением возраста степень поражения насаждения увеличивается, затем практически не изменяется. Низкая полнота также способствует развитию болезни, в связи с особенностями развития возбудителя заболевания – теплолюбивыми ржавчинными грибами *Cronartium flaccidum* и *Peridermium pini*. По данным В.А. Ярмоловича [2], повышенная доля участия других пород в составе соснового древостоя приводит к постепенному снижению зараженности. В связи с довольно равномерным размещением насаждений сосны обыкновенной на территории Беларуси было предложено, что встречаемость смоляного рака примерно одинаково по всей ее площади. Однако неоднородность климатических и почвенно-грунтовых условий, обусловившие лесорастительное районирование территории республики, предполагают также наличие специфических особенностей в характере распространения и вредоносности болезни.

На основании проведенного исследования В.А. Ярмоловичем [2] была предложена формула связи встречаемости смоляного рака в зависимости от некоторых лесоводственных параметров древостоя:

$$Y=0,10+0,13\times A-5,19\times B+5,70\times P\times B-11,53\times P^3+2,41\times \ln S \quad (1)$$

где:  $Y$  – степень поражения насаждения смоляным раком (в % от числа зараженных деревьев в насаждении);

$A$  – возраст насаждения, лет;

$B$  – показатель класса бонитета;

$P$  – полнота(0,1-1,0);

$S$  – доля участия сосны в составе насаждения(1-10).

Нами была поставлена задача проверить точность предсказания поражённости насаждений смоляным раком по этой формуле на примере сосновых насаждений Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза в 2020 году.

Нами было заложено 13 безразмерных пробных площадей в сосновых насаждения с перече́том по 100 шт. жизнеспособных деревьев сосны на каждой (таблица 1). Лесоводственная характеристика насаждений была получена из таксационного описания. Все живые деревья с визуальными признаками поражения смоляным раком фиксировались.



На основании данных мы также рассчитали «теоретическую» степень поражения смоляным раком по формуле 1.

**Таблица 1 – Фактическая и расчётная встречаемости смоляного рака в сосновых насаждениях Центрального лесничества Негорельского УОЛ**

Квар-тал	Выдел	Пло-щадь, га	Состав, про-исхождение	Воз-раст, лет	Бони-тет	Пол-нота	Встречаемость смо-ляного рака, %	
							факт	расчетная
42	6	14,8	6С3Е1Б	85	1А	0,8	3	10
50	13	6,0	л/к 9С1Е+Б	73	1А	0,8	–	9
51	20	0,9	9С1Б	100	1	0,8	–	11
55	28	2,3	л/к 6С1Е3Б	80	1А	0,9	1	6
51	9	2,3	л/к 8С2Е+Б	108	1	0,8	–	13
55	10	3,3	л/к 8С2Е+Б	91	1А	0,8	1	11
51	6	2,1	л/к 10С	49	1А	0,8	–	6
48	13	1,8	л/к 8С2Е+Б	48	1	0,7	–	6
48	1	4,2	л/к 10С+Е,Б	73	1А	0,8	–	9
49	2	12,2	л/к 8С1Е1Б	86	1А	0,8	8	10
49	13	7,9	л/к 7С2Е1Б	83	1А	0,9	8	7
52	2	2,6	9С1Ос+Б	90	1	0,5	10	13
52	13	4,2	9С1Е	90	1А	0,8	5	11

На основании проведенного сравнительного анализа можно сделать вывод, что формула связи встречаемости смоляного рака в насаждениях с различными таксационными характеристиками в 3 случаях из 13 показала почти идентичные результаты с данными перечёта. В остальных 10 случаях фактическая встречаемость оказалась ниже расчётной.

Вероятно, здесь могли сказаться недостаточный объём выборки деревьев на пробной площади, а также интенсивная хозяйственная деятельность в Негорельском УОЛ, в результате чего поражённые деревья были удалены из насаждений.

Для более объективной оценки применимости формулы необходима её проверка в различных географических регионах Беларуси на большем материале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесная фитопатология: учебник для вузов / Н.И. Федоров. – Минск: БГТУ, 2004.
2. Смоляной рак сосны в лесах Беларуси и пути ограничения его развития: Диссертация на соискание учебной степени кандидата биологических наук / В.А. Ярмолевич. Минск, 2002.

## **ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ НЕГОРЕЛЬСКО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА**

Лесопатологическое обследование насаждений в Негорельском учебно-опытном лесхозе (НУОЛХ) выполнялось с 2017 по 2020 гг., студентами 4-ых курсов 4-ых групп ЛХФ, и по состоянию на 2020 г. обследованием была охвачена площадь 792,0 га. Это около 5 % от всей площади лесхоза (17190 га).

В базу данных лесопатологического обследования внесена информация о состоянии 400 выделов. Объектом исследования являются следующие лесные формации: сосновые 653,9 га, еловые 85,2 га, березовые 41,1 га, осиновые 11,2 га.

Обследование проводилось повыдельным методом с назначением необходимых лесозащитных мероприятий и проведением комплекса детальных работ. В ходе проведения обследования дана оценка лесопатологического состояния насаждений, на обследованной площади выявлены очаги вредителей и болезней леса, назначены необходимые мероприятия по управлению патологическими процессами в различных типах насаждений [1].

Общая оценка состояния сосняков свидетельствует о преобладании среди них устойчивых древостоев – 63,1 %. Около 36,1 % всех обследованных сосняков представляют собой насаждения с нарушенной устойчивостью. Утратившие устойчивость сосновые насаждения составляют 0,1 %.

Общая оценка состояния еловых древостоев свидетельствует о преобладании среди них насаждений с нарушенной устойчивостью – 73,4 %. Около 26,6 % всех обследованных ельников представляют собой насаждения устойчивые. Утратившие устойчивость еловые насаждения не обнаружены.

Для оценки состояния лесных культур первого класса возраста применялись соответствующие критерии оценки [1].

Из всех обследованных сосновых лесных культур хорошие составили 68,4 %. Удовлетворительные культуры составили 27,8 %. Погибшие культуры составили 3,8 %. Состояние всех лесных культур ели на обследуемой площади удовлетворительное.

Усыхание сосновых и еловых древостоев приводит к накоплению в насаждениях мёртвого леса в виде текущего отпада, старого сухостоя и захламленности.

Всего в обследованных сосновых насаждениях выявлено 2509 м<sup>3</sup> мёртвого леса, при доминировании старого сухостоя (49,1 %), высокой доле ликвидной захламленности (42,2 %) и небольшой долей текущего отпада (8,7 %).

В еловых насаждениях выявлено 346 м<sup>3</sup> мёртвого леса, при доминировании ликвидной захламленности (65,9 %), и большой доле старого сухостоя (34,1 %), текущий отпад отсутствует.

При обследовании были выявлены разнообразные причины ослабления и усыхания сосновых лесов. Самой распространенной причиной патологических процессов в сосновых насаждениях является смоляной рак, который разделяется по степеням повреждения на слабую, занимающую площадь 48,9 га, и среднюю – 48,3 га, с характеристикой очага – действующий.

Еще одним фактором, вызывающим патологические процессы в сосняках, является сосновая корневая губка слабой (37,2 га) и средней (7,1 га) степеней, с характеристикой очагов – возникающий или действующий.

Патологические процессы в сосновых насаждениях также вызывает сосновая губка слабой и средней степеней, занимающая 17,0 га и 23,5 га соответственно, характеристика очага – действующий.

В лесных культурах первого класса возраста обследованного лесхоза, кроме обычного заглушения мягколиственными породами (18,2%), существенный пресс на сосну оказывают дикие копытные животные (28,3%), которые могут сводить на нет усилия лесоводов по созданию нового поколения леса. Для противодействия этому явлению необходимо применять меры по защите лесных культур от повреждения лосем в зимний период.

Среди причин и факторов патологических процессов в еловых насаждениях встречаются опухолево-язвенный рак 52,3 га (72,1 %) и короедное усыхание 5,5 га (7,6 %), а в лесных культурах ели существенный ущерб наносит повреждение копытными 2,8 га (24,1 %).

В соответствии с действующими в лесном хозяйстве нормативными документами, при проведении обследования назначены лесозащитные мероприятия в сосновых насаждениях на площади 209,2 га, с уборкой 1271 м<sup>3</sup> древесины. В еловых насаждениях назначены лесозащитные мероприятия 11,8 га с уборкой 111 м<sup>3</sup> древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Защита леса: учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-75 01 01 «Лесное хозяйство», 1-75 81 02 «Многофункциональное лесопользование» / В. Б. Звягинцев [и др.]. – Минск: БГТУ, 2019. – 165 с.

**РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
 СТАНЬКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
 ГЛУ «МИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных и высокопродуктивных насаждений, на улучшение других полезных свойств и функций леса.

ГЛУ «Минский лесхоз» Минского ГПЛХО расположено в центральной части Минской области на территории Минского, Дзержинского, Пуховичского и Узденского административных районов. Общая площадь лесхоза составляет 41 046,0 га, из нее покрытые лесом земли – 36 983,0 га или 90,1% [1]. Согласно геоботаническому районированию леса лесхоза относятся к геоботанической подзоне дубово-темнохвойных лесов в Ошмянско-Минском лесорастительном районе Минско-Борисовского комплекса лесных массивов. Формационная структура лесов представлена преобладанием хвойных (55,1%) и мягколиственных (41,1%) насаждений. Значительная часть территории (3,8%) занята твердолиственными насаждениями. Из хвойных пород доминируют ель европейская и сосна обыкновенная доля которых соответственно 32,0 и 22,4% от лесопокрытой площади.

На основании ведомости сосновых насаждений, требующих проведения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам (таблица 1).

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода в сосновых насаждениях Станьковского лесничества по видам**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубамый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	18,6	59	3,0	6,2	19,7
Прочистка	29,2	189	6,2	4,7	30,5
Прореживание	168,7	8 691	7,3	23,1	1 190,5
Проходная рубка	79,4	3 590	13,7	5,8	262,0
Итого	295,9	12 529	–	39,8	1 502,7

Из таблицы 1 видно, что на ревизионный период лесничеством рубки ухода должны быть проведены на площади 295,9 га и выбираемым запасом 1 502,7 м<sup>3</sup>.

Для изучения влияния рубок ухода и проектирования их нормативов в сосняках лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в сосняках мшистых и орляковых, т. е. в наиболее распространённых (89,1%) в лесничестве типах леса.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами были предложены технологии проведения прореживания и проходной рубки на базе одно- и многооперационных лесных машин [2]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты на их проведение и выполнены расчёты необходимых технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Вид рубки			
	прореживание		проходная рубка	
	Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Амкодор 2541 + Амкодор 2661	Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Амкодор 2541 + Амкодор 2661
Годовой объем рубок ухода, га	23,1		5,8	
Себестоимость проведения рубок ухода на 1 га, тыс. руб.:	1,98	1,38	0,80	0,71
– на 1 м <sup>3</sup> .	0,04	0,02	0,02	0,02
Трудозатраты на 1 га, чел.-дн.	24,4	3,0	15,7	1,5
Доход от реализации древесины на 1 га, тыс. руб.:	2,74		2,13	
– на 1 м <sup>3</sup> ;	0,05		0,05	
Окупаемость затрат	1,38	1,99	2,1	2,0

Таким образом, коэффициент окупаемости на прореживании на базе однооперационных лесных машин составит 1,38 и 1,99 – многооперационных, для проходной рубки соответственно – 2,1 и 2,0, что связано с высоким уровнем доходов от реализации заготовленной древесины и низкими трудозатратами на их проведение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект организации и ведения лесного хозяйства ГЛЮ «Минский лесхоз» на 2012–2021 гг. – Т1. – Пояснительная записка. – Минск: Белгослес, 2010. – 365 с.

2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68. Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 8/31584.

Студ. В.А. Барцевич  
 Науч. рук. зав. кафедрой А.С. Клыш  
 (кафедра лесоводства, БГТУ)

**РУБКИ УХОДА В ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
 КОЛОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
 ГОЛХУ «КОПЫЛЬСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»**

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных и высокопродуктивных насаждений, на улучшение других полезных свойств и функций леса.

ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз» Минского ГПЛХО расположено в юго-западной части Минской области на территории Копыльского, Столбцовского, Несвижского и Слуцкого административных районов. Общая площадь лесхоза составляет 35 527,2 га, из нее покрытые лесом земли – 34 124,7 га или 96,1% [1]. Согласно геоботаническому районированию леса лесхоза относятся к Неманско-Предполесскому и Березинско-Предполесскому районам подзоны елово-грабовых дубрав. Формационная структура представлена хвойными (70,3%) и мягколиственными (14,6%) насаждениями. Значительная часть (15,1%) занята твердолиственными насаждениями. Из хвойных пород доминируют сосна обыкновенная и ель европейская, доля которых соответственно 39,2 и 30,5% от лесопокрытой площади.

На основании ведомости еловых насаждений, требующих проведения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам, что составило по площади 460,8 га и выбираемым запасом 12 492 м<sup>3</sup> (таблица 1).

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода в еловых насаждениях  
 Коловского лесничества по видам**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубаемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	65,5	528	4,04	16,21	130,69
Прочистка	138,2	3 552	4,30	32,14	826,05
Прореживание	135,7	4 115	5,88	23,08	699,83
Проходная рубка	121,4	4 297	14,44	8,41	297,58
Итого	460,8	12 492	–	79,84	1 954,15

Для изучения влияния рубок ухода и проектирования их нормативов в ельниках лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в ельниках орляковых и кисличных, т.е. в наиболее распространённых (97,2%) в лесничестве типах леса.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами были предложены технологии проведения прореживания и проходной рубки на базе одно- и многооперационных лесных машин [2]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты на их проведение и выполнены расчёты необходимых технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Вид рубки		
	прочистка	прореживание	проходная рубка
	Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Vimek 404 T5 + Vimek 608	Sampo HR 46X + МПТ 461.1
Годовой объем рубок ухода, га	32,4	23,5	8,6
Себестоимость проведения рубок ухода на 1 га, руб.:			
– на 1 м <sup>3</sup> .	1 506,38 94,74	1 087,83 47,92	1 940,09 37,10
Трудозатраты на 1 га, чел.-дн.	11,41	1,73	3,21
Доход от реализации древесины на 1 га, руб.:			
– на 1 м <sup>3</sup> .	329,77 10,8	928,74 38,1	2 200,65 42,1
Окупаемость затрат	0,22	0,62	1,13

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент окупаемости на прочистке на базе однооперационных лесных машин составит 0,22, на прореживании комплексом многооперационных машин – 0,62, на проходной рубке – 1,13. Низкие значения окупаемости на прочистках и прореживаниях, возможно, связано с невысоким уровнем доходов от реализации заготовленной древесины и значительными трудозатратами на их проведение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пояснительная записка к проекту организации и ведения лесного хозяйства ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз» на 2017–2026 гг. – Минск: Белгослес, 2016. – 416 с.
2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68. Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 8/31584.

**РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
 МИХЕДОВИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
 ГЛХУ «ПЕТРИКОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных и высокопродуктивных насаждений, на улучшение других полезных свойств и функций леса.

ГЛХУ «Петриковский лесхоз» Гомельского ГПЛХО расположено в западной части Гомельской области на территории Петриковского района. Общая площадь лесхоза составляет 127 456,0 га, из нее покрытые лесом земли – 113 911,8 га или 89,4% [1]. Согласно геоботаническому районированию леса лесхоза относятся к Полесско-Приднепровскому лесорастительному району подзоны грабовых дубрав. Формационная структура лесов представлена преобладанием хвойных (64,3%) и мягколиственных (28,7%) насаждений. Значительная часть территории (7,0%) занята твердолиственными насаждениями. Преобладающей хвойной породой является сосна обыкновенная на долю которой приходится 63,8% от лесопокрытой площади.

На основании ведомости сосновых насаждений, требующих проведения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам (таблица 1). Из таблицы 1 видно, что на ревизионный период лесничеством рубки ухода должны быть проведены на площади 247,1 га и выбираемым запасом 2 722 м<sup>3</sup>.

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода в сосновых насаждениях Михедовичского лесничества по видам**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубаемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	43,4	201,0	3,0	14,4	67,0
Прочистка	67,1	444,0	5,0	13,4	88,8
Прореживание	103,9	1 632,0	6,3	16,5	259,0
Проходная рубка	32,7	445,0	10,0	3,3	44,5
Итого	247,1	2 722,0	–	47,6	459,3



Для изучения влияния рубок ухода на древостой и проектирования их нормативов в сосняках лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в сосняках мшистых и черничных, т.е. в наиболее распространённых (84,6%) в лесничестве типах леса.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами были предложены технологии проведения прореживания и проходной рубки на базе одно- и многооперационных лесных машин [2]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты на их проведение и выполнены расчёты необходимых технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Вид рубки			
	прореживание		проходная рубка	
	Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Амкодор 2541 + МПТ 461.1	Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Амкодор 2541 + МПТ 461.1
Годовой объем рубок ухода, га	16,5		3,3	
Себестоимость проведения рубок ухода на 1 га, руб.:	1,69	1,05	1,34	0,99
– на 1 м <sup>3</sup> .	27,89	17,33	4,42	3,27
Трудозатраты на 1 га, чел.-дн.	20,3	2,1	12,9	2,1
Доход от реализации древесины на 1 га, руб.:	2,27		3,28	
– на 1 м <sup>3</sup> ;	37,46		10,82	
Окупаемость затрат	0,34	1,16	1,44	2,31

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент окупаемости на прореживании на базе однооперационных лесных машин составит 0,34 и 1,16 – многооперационных, для проходной рубки соответственно – 1,44 и 2,31. Связано это с высоким уровнем доходов от реализации заготовленной древесины и наименьшими трудозатратами на их проведение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект организации и ведения лесного хозяйства ГЛХУ «Петриковский лесхоз» на 2016–2025 гг. – Т1. – Пояснительная записка. – Гомель: Белгослес, 2015. – 290 с.

2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68. Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 8/31584.

Студ. Н.В. Бирюкова  
Науч. рук. ст. преп. Ю.А. Ларина  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ  
ПОЛОСНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК  
В ГЛХУ «ЧЕРИКОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

В Беларуси биоразнообразие зависит от состояния естественных экосистем, которые занимают около 50% территории страны. Для того чтобы сохранить имеющееся биоразнообразие, необходимо проводить постоянные исследования его изменения, оценку влияния биотических, абиотических и антропогенных факторов.

В результате проведения лесохозяйственных мероприятий в лесных насаждениях уничтожается или повреждается древесно-кустарниковая и травянистая растительность, уплотняется почва, нарушается лесная подстилка и т. д. Поэтому сохранность биологического разнообразия зависит от правильности организации лесосечных и лесозаготовительных работ.

Полосно-постепенная рубка – постепенная рубка главного пользования, при которой древостой вырубается сплошную чересполосно в два-три приема с одновременным равномерным изреживанием древостоя на оставляемых полосах леса в течение одного класса возраста. Данный вид рубки содействует сохранению средообразующей роли насаждения, способствует формированию нового поколения леса естественного происхождения из главных древесных пород и обеспечивает своевременное использование запасов спелой древесины.

Целью данной работы являлось выявление видового разнообразия растительности в сосновых насаждениях после проведения полосно-постепенных рубок в Лименском лесничестве ГЛХУ «Чериковский лесхоз».

В Лименском лесничестве среди сосновых насаждений, где возможно проведение полосно-постепенных рубок главного пользования преобладают сосняки мшистые – 69,5%, с полнотой 0,7 (66,8%), I и II классов бонитета (96,6%).

Лесоустройством 2013 г. (с изменениями и дополнениями 2018 г.) по лесничеству фактически полосно-постепенные рубки назначены на 92,0 га, в том числе первый прием – на площади 78,9 га, второй прием – 13,1 га (один выдел).

Из 92,0 га, в которых лесоустройством назначены полосно-

постепенные рубки, на первую половину ревизионного периода (2014–2018 гг.) приходится 59,1 га, что составляет 64,0% от общей площади участков, назначенных в рубку.

Объектами исследования являлись сосняки мшистые и орляковые, где проведен первый и второй прием полосно-постепенных рубок. Для характеристики древостоя было заложено 6 пробных площадей. Все исследуемые насаждения по составу чистые или смешанные, спелые. Насаждения различны по продуктивности – I<sup>a</sup>, I, II, III классов бонитета и полноте – от 0,36 до 0,74.

Для характеристики естественного возобновления заложено на каждой пробной площади 200 учетных площадок площадью 2,0 м<sup>2</sup> (по 100 шт. в оставляемой и вырубленной полосах). Установлено, что естественное возобновление под пологом насаждений выражено слабо и представлено, как правило, сосной обыкновенной, елью европейской и дубом.

Результаты исследований показали, что максимальным видовым разнообразием характеризуется сосняк мшистый, а наименьшим – сосняк орляковый в вырубленной полосе, что связано со значительным повреждением живого напочвенного покрова при проведении лесозаготовки.

Наибольшим проективным покрытием характеризуется сосняк мшистый в полосе с древостоем по травяно-кустарничковому ярусу – 44,8%, а по мохово-лишайниковому – 94,8%. Минимальное проективное покрытие по травяно-кустарничковому и мохово-лишайниковому ярусам установлено в сосняке орляковом в вырубленной полосе.

Максимальный индекс видового разнообразия живого напочвенного покрова составил 2,02 по травяно-кустарничковому ярусу, а по мохово-лишайниковому ярусу – 1,07.

Живой напочвенный покров является важным элементом насаждений, влияет на формирование корневой системы древесных растений, в значительной степени воздействует на почвообразование, микроклимат, возобновление леса и фауну. По видовому составу и состоянию живого напочвенного покрова можно оценить качество и своевременность проведения лесохозяйственных мероприятий.

Таким образом, по результатам наших исследований можно сделать вывод, что экологощадящая технология проводимых полосно-постепенных рубок в ГЛХУ «Чериковский лесхоз» в большинстве случаев позволяет минимизировать отрицательное воздействие машин и механизмов на компонентную структуру формируемых сосновых насаждений.

## **ВЫРАЩИВАНИЕ БУКА ЕВРОПЕЙСКОГО В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО ГРУНТА**

Бук европейский является весьма ценной и одной из основных ле­сообразующих пород Европы. Древесина бука обладает хорошими физи­ко-механическими свойствами, благодаря чему направления ее использо­вания разнообразны – от производства железнодорожных шпал до полу­чения материала по изготовлению гнутой мебели и музыкальных инстру­ментов. Бук европейский – ценное орехоплодное дерево, имеет важное народнохозяйственное и курортно-эстетическое значение, выполняет во­доохранные и почвозащитные функции, может быть использован в зеле­ном строительстве.

Бук европейский является хозяйственно-ценной породой, есте­ственный ареал распространения которой может сместиться на террито­рию Беларуси в связи с происходящими климатическими изменениями, что обуславливает необходимость проведения научных исследований, направленных на использование бука европейского в лесокультурном производстве страны для повышения продуктивности и устойчивости насаждений. Использование бука европейского в нашей стране в первую очередь должно быть направлено на повышение устойчивости и биоло­гического разнообразия лесов.

Бук европейский может быть использован также в качестве замены ясеня обыкновенного в местах его усыхания, а также ольхи серой и осины с целью повышения продуктивности насаждений в условиях произраста­ния этих пород.

Наша работа посвящена изучению особенностей выращивания по­саточного материала этой ценной породы и выполнена на основании изу­чения параметров роста сеянцев бука европейского, выращенных в раз­личных лесхозах страны. При сборе данных были проведены замеры вы­соты надземной части и диаметра корневой шейки у сеянцев, выращен­ных в различных условиях: 1 вариант – сеянцы из открытого грунта ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз», отсев семян произведен 25 мая – самый ранний отсев по сравнению с остальными вариантами; 2 вариант – сеянцы бука европейского, выращенные в закрытом грунте ГЛХУ «Ива­цевичский лесхоз»; 3 вариант – сеянцы бука европейского с закрытой корневой системой, выращенные в теплице ГЛХУ «Речицкий лесхоз» – вариант с самым поздним высевом. Статистическая обработка результа­тов измерений приведена в таблице.

**Таблица – Результаты статистической обработки однолетних сеянцев бука европейского**

№ варианта	Вариант	Высота надземной части, см				Диаметр корневой шейки, мм			
		$M \pm m_M$	Min	Max	V, %	$M \pm m_M$	Min	Max	V, %
1	Открытый грунт (посев 25 мая)	21,8 ± 1,4	9,5	40,0	34,1	5,1 ± 0,2	3,0	7,3	19,7
2	Закрытый грунт (посев 5 июня)	22,1 ± 0,6	10,5	35,0	25,9	5,2 ± 0,01	3,0	8,0	18,1
3	Закрытый грунт (ЗКС, посев 25 июня)	15,0 ± 0,3	4,0	27,8	31,5	2,6 ± 0,01	1,5	4,6	35,0

Как видно из представленной таблицы, вариант №1 и вариант №2 достоверно не отличаются друг от друга ни по высоте надземной части, ни по диаметру корневой шейки. Эти параметры за вегетационный сезон достигли значений 21,8–22,1 см и 5,1–5,2 мм соответственно. Согласно ГОСТ 3317-90, стандартные размеры сеянцев бука лесного составляют для толщины стволика у корневой шейки не менее 3,0 мм, а для высоты надземной части – не менее 12,0 см. Таким образом можно отметить, что оба варианта по средним показателям значительно превышают эти требования.

В то же время вариант №3, который был отсеян в конце июня, по диаметру корневой шейки не соответствует стандартным размерам, такие растения нужно доращивать еще один год. На основании данного опыта можно сделать весьма важное заключение о том, что в условиях Беларуси сеянцы бука европейского с легкостью достигают стандартных размеров уже за один год даже в условиях открытого грунта при соблюдении надлежащей технологии посева и выращивания. Минимальные значения высоты надземной части в вариантах №1 и №2 зафиксированы на уровне 9,5 и 10,5 см соответственно, а максимальные – 40,0 и 35,0 см соответственно. Нижняя граница диаметра корневой шейки у этих вариантов соответствует стандартному требованию 3,0 мм, а максимальные величины достигают 7,3–8,0 мм. При поздних посевах (конец июня) даже в условиях закрытого грунта сеянцы не успевают дорасти до необходимых размеров по диаметру корневой шейки, что вызывает необходимость в их последующем доращивании в течение второго вегетационного сезона.

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИБИРСКИХ КЛИМАТИПОВ ЛИСТВЕННИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВЬЯ

Для обоснованного выбора географических климатипов, может быть полезен опыт интродукции лиственницы сибирской в Московскую область, который заложен в Бронницком лесничестве лесничим П.И. Дементьевым, под руководством профессора В.П. Тимофеева [1, 2]. В 2018 году географические посадки лиственницы достигли 63-летнего возраста, что позволяет сделать объективные выводы о том, какие виды и климатипы в наилучшей степени отвечают местным лесорастительным условиям, а также характеризуются высокой производительностью. На момент проведения исследований, культуры по своему развитию находились в фазе приспевания, для которой в целях оптимизации роста искусственного насаждения особо важное значение приобретает густота стояния [3].

В результате обработки полевого материала были получены таксационные характеристики климатипов в географических культурах, позволяющие оценить потенциальную продуктивность лиственницы сибирской в юго-восточном Подмоскowie (таблица).

**Таблица – Результаты роста и производительности климатипов лиственницы сибирской в фазе приспевания**

№ климатипа	Географический район происхождения семян	$D_{ср}$ , см	$H_{ср}$ , м	$N$ , шт./га	$M_{63}$ , м <sup>3</sup> /га	$V_{ст}$ , м <sup>3</sup>
2	Бурятия, Кахтинский	24,9	26,7	545	366	0,67
3	Омская, Тарский	22,5	28,0	1275	744	0,58
9	Тува, Кызылский	20,3	24,9	653	282	0,43
10	Иркутская, Братский	24,8	26,9	1041	663	0,64
16	Красноярский, Енисейский	25,0	28,9	1002	726	0,72
19	Тюменская, Ханты-Мансийский	28,4	27,8	790	776	0,98
20	Хакасия, Сонский	23,0	25,5	867	458	0,53
27	Новосибирская, Тогучинский	25,3	27,5	544	355	0,48

Согласно полученным данным, в 63-летнем возрасте по высоте лидируют климатипы лиственницы сибирской происхождением из Красноярского края – 28,9 м и Омской области – 28,0 м. Худшие пока-

затели у популяций из Тывы – 24,9 м и Хакасии – 25,5 м. По среднему диаметру лучший результат у лиственницы из Тюменской области [2] 28,4 см, которой немного уступают климатипы из Новосибирской области и Красноярского края (25,3 см и 25,0 см соответственно). Худший результат по оцениваемому признаку был у климатипа из Республики Тыва – 20,3 см.

По производительности лидировали Тюменский – 776 м<sup>3</sup>/га, Омский – 744 м<sup>3</sup>/га, Красноярский – 726 м<sup>3</sup>/га и Иркутский климатипы – 663 м<sup>3</sup>/га. Популяция из Тывы сохраняет худшие показатели и по запасу стволовой древесины – 282 м<sup>3</sup>/га, который в 2,8 раза ниже, чем у климатипа-лидера из Тюменской области. Лучшей сохранностью характеризуются Омский, Иркутский и Красноярский климатипы. Средние объёмы стволов лиственницы сибирской на объекте географических культур варьируют от 0,43 м<sup>3</sup> (Тыва, Кызылский) до 0,98 м<sup>3</sup> (Тюменская, Ханты-Мансийский). Необходимо отметить, что смешение лиственницы с сосной нецелесообразно, в средневозрастных лесных культурах, практически во всех вариантах лиственница сибирская угнетается сосной местного (подмосковного) происхождения [4].

Таким образом, шестидесятиррёхлетний опыт выращивания лиственницы сибирской в географических культурах Бронницкого лесничества показал, что лучшими показателями характеризуются провениенции полученные из Тюменской, Омской областей и Красноярского края. Выращивание в Подмосковье лиственницы сибирской происхождением из Новосибирской области, Республики Бурятия и Тыва не целесообразно по причине низкой производительности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 216 с.
2. Мельник П.Г., Карасев Н.Н., Лещёв Г.А. Популяционно-географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – С. 189–191.
3. Мерзленко М.Д. Лесокультурное дело: учеб. пособие для студентов спец. 250201 Лесное хозяйство и 250100 Лесное дело. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 124 с.
4. Маликов А.Н., Мельник П.Г., Крылов М.Н. Продуктивность экотипов лиственницы в смешанных с сосной насаждениях // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – С. 180–181.

## **ПОЛУТОРАВЕКОВОЙ ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЦЕНТРЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ**

В комплексе мероприятий, обеспечивающих повышение продуктивности лесов, одним из наиболее эффективных является выращивание быстрорастущих, технически ценных древесных пород, которые могут стать существенным резервом увеличения запасов древесины и сокращения оборота рубки.

Особую актуальность приобретает выращивание лиственницы в связи с массовым усыханием еловых насаждений, в результате которого может происходить смена породного состава лесов, в то же время лиственница европейская в условиях Русской равнины характеризуется высокой производительностью [1].

Целью работы является подведение итогов полуторавекового опыта интродукции лиственницы европейской в центре Русской равнины. Исследования проводились в Никольской лесной даче Щелковского учебно-опытного лесхоза МФ МГТУ по общепринятым в лесоводстве и лесной таксации методикам. Первые лесные культуры лиственницы европейской судетской формы (*Larix decidua* Mill. f. *Sudetica*) были заложены в 1870 году. Тип лесорастительных условий ☐ простая свежая суборь (В<sub>2</sub>) [2].

В 150-летнем возрасте наибольший диаметр имеет насаждение лиственницы европейской на постоянной пробной площади (ППП) В-13 ☐ 70,1 см, наименьший – 47,5 см на ППП МП-1.

Распределение деревьев лиственницы по ступеням толщины на постоянных пробных площадях 1 и МП-1 близко к нормальному, на остальных пробах заметно преобладание крупных деревьев. Рост исследуемых насаждений в высоту плавно изменяется от наибольшей – 40,4 м (ППП В-14) до самой низкой средней высоты – 36,8 м (ППП У-3). На пробных площадях В-13 и У-3 с высоким средним диаметром, средние высоты ниже, что свидетельствует о большей сбежистости древесных стволов. Показатель производительности, является важнейшим при решении вопроса об успешности интродукции того или иного вида.

Безусловным лидером по запасу является лиственница на ППП 1 – 1354 м<sup>3</sup>/га, самый низкий показатель зафиксирован на ППП В-13 (531 м<sup>3</sup>/га). Столь значительный результат свидетельствует



о высокой производительности вида, что является главным основанием для рекомендации лиственницы европейской как древесной породы, широкое введение которой в практику лесокультурного дела на территории Московской области, потенциально способно повысить производительность лесов Подмосковья [3]. В отличие от местных хвойных пород, лиственница европейская в меньшей степени страдает от ураганных ветров. На всех постоянных пробных площадях пройденных стихией в июле 2008 года, закономерностью является отсутствие отпада за последний пятилетний (2014-2019 гг.) период исследований.

Лиственница европейская по ходу роста опережает местные лесобразующие породы – ель и сосну, причем с возрастом эта разница увеличивается. Участки лесных культур лиственницы с почти эталонной характеристикой в Никольской лесной даче Щелковского учебно-опытного лесхоза МФ МГТУ не уступают по среднему приросту и производительности объектам, расположенным в аналогичных лесорастительных условиях Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН [4], а также лиственничным культурам лесовода К.Ф. Тюрмера [5], произрастающим в Порецком лесничестве на западе Московской области (тип лесорастительных условий С<sub>3</sub>).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 160 с.

2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Никольская лесная дача Щелковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ // Примеры отечественного опыта устойчивого лесопользования и лесопользования: сборник статей / под общ. ред. Н. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). М.: WWF России, 2013. С. 151-176.

3. Мельник П.Г., Карасев Н.Н., Лещёв Г.А. Популяционно-географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. С. 189-191.

4. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Коженкова А.А. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах Западного Подмосковья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – №1 (159). – С. 72-77.

5. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2020. Т. 24. № 2. С. 11–16.

**ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КЕДРОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ В КЫЗЛАСОВСКОМ  
ЛЕСНИЧЕСТВЕ ХАКАССИИ**

Живой напочвенный покров (ЖНП) – совокупность кустарничков, трав, мхов и лишайников, произрастающих под пологом леса и на вырубках, прогалинах, лугах. Напочвенный покров является неотъемлемой частью леса. Он сформировался в процессе длительного исторического отбора, происходящего в лесу под воздействием определенных условий [1].

Цель нашей работы: определить степень различия между типами леса в кедровых насаждениях Кызласовского лесничества Хакассии с помощью оценки состава живого напочвенного покрова и таксационных показателей насаждений. Исследования проводились по данным 91 лесных участков кедровых насаждений, из которых 44% составил баданово-щитовниковый тип леса, 34% мшистый, 22% вейниково-осочковый. Для каждого из вариантов были взяты следующие показатели: состав, тип условий произрастания, тип леса, полнота, возраст, доля кедра в составе, почва, покров, положение.

Для последующего анализа данных принято решение присвоить каждой экспозиции склона свой ранг и расположить участки от холодных к теплым [2]. Примечание – баданово-щитовниковый тип леса (Кбщ), вейниково-осочковый тип леса (Квос), мшистый тип леса (Кмш).

Из полученных данных главным критерием для определения типа леса является состав доминирующих растений напочвенного покрова. Для дальнейшего детального рассмотрения этого критерия исследовался покров каждого типа леса и их экологические группы.

Были составлены таблицы для Кмш, КбщиКвос. Из данных таблиц можно увидеть состав ЖНП каждого типа леса. Кбщ: черника лесная, зеленые мхи, осока лесная, кислица обыкновенная, майник двулистный, щитовник мужской, бадан толстолистный. Кмш: черника лесная, вейник наземный, крупнотравье, зеленые мхи, борец толстолистный. Квос: зеленые мхи, черника лесная, осочкабольшехвостая, широколистные травы, злаки. В каждом типе леса преобладающей экологической группой являются мезофиты, так же в этих типах леса присутствуют гигрофиты.

**Таблица 1- Средние показатели различных типов леса  
кедровых насаждений**

Тип леса	Полнота	Возраст	Крутизна склона	Экспозиция склона
Баданово-щитовниковый	0,7	118	20	6
Вейниково-осочковый	0,7	173	14	5
Мшистый	0,8	156	17	4

Также были вычислены средние показатели полноты, возраста, крутизны склона, доли кедра в составе и экспозиции склона по каждому типу леса. По полноте Кбщ и Квос не отличаются друг от друга (0,7), а у мшистого на 0,1 показатель больше (0,8). По возрасту наибольший средний показатель наблюдался у Квос (173), у Кмш наблюдался средний показатель (156), а Кбш показал наименьший возраст (118). По крутизне склона Кбш - 20°, Квос – 14 и Кмш – 17. Ранг экспозиции склона уменьшался от Кбш (6), кКвос (5) и до Кмш (4).

Для более глубокого анализа и математического обоснования существуют или не существуют различия между Кбщ, Квоси Кмш был использован критерий Стьюдента (двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями). Он показал, что по полноте нет сильного различия между Кбщ и Квос типами (0,96 < 1,68), между Квоси Кмш сильное различие (4,23 > 1,69), между Кбщ и Кмш (3,35 > 1,69). По возрасту были выявлены различия между Кбщ и Квос типом леса (5,03 > 1,69) и между Кбщ и Кмш (4,82 > 1,67). А вот между Квос и Кмш типом леса не было сильного различия (1,62 < 1,70). По крутизне склона существенные различия наблюдаются во всех типах леса (3,86 > 1,68; 2,22 > 1,68; 1,89 > 1,67). По экспозиции склона незначительные отличия наблюдались только между Квос и Кмш (0,76 < 1,68). Между Кбщ и Квос (2,41 > 1,69) и Кбщ и Кмш (3,84 > 1,67) типами леса различия наблюдаются значительные. Полученные результаты позволяют констатировать, что каждый тип леса кедровых насаждений характеризуется определенным набором условий местопроизрастания, которые позволяют выделять их в отдельный тип леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иншаков, Е.М. Изучение живого напочвенного покрова и ресурсов дикорастущих лекарственных растений : методическое указание / Е.М. Иншаков, Л.Н. Сунцова. – М.: Редакционно-издательский отдел СибГУ, 2017 – 35 с.
2. Вайс А.А., Деревянных Д.Н. Роль экспозиции склона в соотношении диаметров нижней части деревьев сосны в горно-таежных условиях Восточного Саяна // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – т. 36 – №1. – С. 57–62.

**Секция  
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ,  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ  
И ДИЗАЙНА**

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ**

Одним из приоритетных направлений развития Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь является постепенный выход на самофинансирование. Положительным примером являются достижения государственных лесов Польши, особенность которых в том, что выполнение всех работ, начиная от закладки лесных культур и заканчивая лесозаготовками и очисткой мест рубок, выполняются наемными подрядными организациями, выбираемыми на основании тендера.

Целью теоретических исследований являлся сравнительный анализ ведения лесозаготовительной деятельности лесопункта ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» и частных лесозаготовителей, работающих на услугах. Оценка их производственной деятельности производилась на основании себестоимости заготовки 1 м<sup>3</sup> древесины многооперационными машинными комплексами отечественного производства. Методика расчета данного параметра включала определение основной и дополнительной заработной платы основных рабочих с начислениями, затрат на содержание и эксплуатацию оборудования, затрат на сырье и материалы, общепроизводственных общехозяйственных и расходов.

Исследования показали большую эффективность применения машинных комплексов частных лесозаготовителей в сравнении с комплексами, эксплуатируемыми в условиях лесопункта ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз». Так, удельная себестоимость заготовки древесины частными лесозаготовителями в зависимости от среднего объема хлыста и среднего расстояния подвозки лесоматериалов в среднем на 6,6–9,4% ниже аналогичного показателя лесопункта лесохозяйственного учреждения [1].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонов, Е.А. Оценка эффективности заготовки древесины машинными комплексами различных форм собственности / Е. А. Леонов, Д. В. Клоков, А. А. Духовник // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : Материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием). Отв. за издание И.В. Войтов. 2020. С. 68-70.

УДК 630\*

Студ. Духовник А.А., Бискуп В.О.

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Леонов Е.А. (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СБОРА И ПОДВОЗКИ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК К МЕСТАМ ИХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НА ТОПЛИВНУЮ ЩЕПУ**

Несмотря на длительный опыт производства топливной щепы рядом отечественных предприятий установлено, что совершенствование переместительных операций, связанных с доставкой древесных отходов с мест рубок леса к промежуточному складу, где осуществляется их временное хранение и измельчение, является значительным резервом снижения себестоимости производства древесного топлива.

Производственный опыт предприятий системы Министерства лесного хозяйства, концерна «Беллесбумпром» и «Холдинга организаций деревообрабатывающей промышленности» Беларуси показал низкую эффективность применения колесных форвардеров на операции подвозки отходов лесозаготовок. Это связано с незначительной объемной массой перевозимого древесного сырья [1], а следовательно и с низким статическим коэффициентом использования грузоподъемности транспортных средств ( $\gamma_{ст}$ ).

Проведенные исследования показали, что при перевозке лесосечных отходов с полностью загруженным грузовым пространством форвардера значение коэффициента  $\gamma_{ст}$  не превышает 0,20. С целью повышения статической загрузки погрузочно-транспортных машин (ПТМ) целесообразно производить погрузку отходов лесозаготовок с применением продольно-поперечного способа с послойным их уплотнением гидроманипулятором. При этом габариты формируемого воя определяются рабочей зоной гидроманипулятора.

Испытания в реальных производственных условиях показали, что предлагаемые рекомендации обеспечивают повышение статической загрузки ПТМ, которая при подвозке крупных сучьев и отходов лесозаготовок составляет соответственно 60–90% и 36–74% от допустимой нагрузки ПТМ.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонов, Е. А. Определение коэффициентов полндревесности отходов лесозаготовок / Е. А. Леонов, А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообр. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 57–60.

Науч. рук., канд. тех. наук., доц. Протас П.А. (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## ВАРИАНТЫ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОЙ ЩЕПЫ

Обеспечение рационального использования лесосырьевых ресурсов является важной задачей лесного комплекса Республики Беларусь. Одним из основных решений является переработка лесосечных отходов и низкокачественной древесины в топливную щепу, для производства которой применяется широкий спектр машин и оборудования.

Процесс получения топливной щепы из древесной биомассы состоит, как минимум, из трех этапов: заготовка (или сбор) биомассы, измельчение биомассы в топливную щепу и транспортировка готовой щепы до потребителя. Система производства топливной щепы строится вокруг операции измельчения, производимой рубильной машиной. Положение рубильной машины в технологической цепочке в значительной мере определяет состояние биомассы во время транспортировки и степень зависимости машин друг от друга.

В условиях Беларуси чаще всего применяется два варианта технологий производства топливной щепы: заготовка щепы на лесосеке рубильной машиной с подачей щепы в контейнерный полуприцеп; заготовка щепы на промежуточном складе рубильной машиной с подачей щепы в сменный контейнер автощеповоза с системой «мультилифт». Варианты систем машин для реализации данных типов технологического процесса представлены в таблице.

**Таблица – Варианты систем машин**

Операции тех. процесса	Варианты систем машин	
	I (на лесосеке)	II (на промежуточном складе)
Сбор порубочных остатков	Устройство для сбора порубочных остатков (грабли ЛГ-82, ЛГ-40, Горыныч Т15, ОУЛ-24 и др.), установленное на базовый трактор	
Транспортировка лесосечных отходов на промсклад	–	Транспортировщик ОПЛ.М1 на базе МПТ-461.1
Измельчение лесосечных отходов, погрузка щепы	Рубильная машин Jenz НЕМ 581 (с бункером)	Рубильная машина Jenz НЕМ 561D
Транспортировка щепы	Автощеповоз МАЗ 6501А3 с контейнером «мультилифт»	

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА АРБОЛИТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

В 2019 году из всех видов рубок Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь было заготовлено 20,9 млн  $m^3$  ликвидной древесины. Деревообрабатывающими цехами лесхозов переработано 5,47 млн  $m^3$  древесины, в том дров — 2,1 млн  $m^3$ . Выпущено 1322,6 тыс.  $m^3$  пиломатериалов. При этом образовалось примерно 2404,8 тыс.  $m^3$  отходов.

Основным направлением использования отходов лесопиления и деревообработки является производство древесного топлива (топливной щепы, пеллет и брикетов). В 2019 году порядка 2120,6 тыс.  $m^3$  древесного топлива, в том числе дров – 1946,3 тыс.  $m^3$ , щепы – 126,7 тыс.  $m^3$ . оказались невостребованными. При этом одним из альтернативных вариантов их применения является производство арболита.

Арболит – композиционный строительный материал, на основе цементного вяжущего, органического заполнителя, в том числе и древесного, и химических добавок. Арболит является экологичной альтернативой некоторым классическим теплоизоляционным и конструктивным материалам.

Предпосылками для развития производств для получения арболита в Беларуси являются:

- наличие значительного ресурсного потенциала;
- вовлечение в производство древесных ресурсов, которые ранее не находили применения или использовались не рационально;
- развитие предприятий по производству арболита может способствовать социально-экономическому развитию, особенно в сельской местности;
- изменение климата, в ближайшем будущем, может благоприятно повлиять на рынок арболита, т.к. это материал эффективно использовать при более теплом и не влажном климате;
- в настоящее время рынок щепы является нестабильным, а спрос на данное сырье носит сезонный характер, поэтому внедрение производств арболита обеспечит постоянное использования вторичного древесного сырья.



Магистрант Корогвич Д.В.  
Науч. рук., канд. тех. наук., доц. Протас П.А.  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСОСЕКИ**

Организация работы лесозаготовительных машин включает в себя проектирование схемы и параметров транспортно-технологических элементов лесосеки (магистральных и пасечных волоков, погрузочных пунктов, верхних и промежуточных складов и др.). Применяемые в настоящее время схемы расположения транспортно-технологических элементов лесосеки ориентированы, в первую очередь, на сокращение выполнения транспортных (переместительных) операций. Второй критерий – это доступность погрузочных пунктов и промежуточных складов для подъезда трелевочных тракторов и лесовозных автопоездов для обеспечения своевременной поставки лесоматериалов потребителям. И третий критерий – это обеспечение максимальной загрузки техники, осуществляющей подвозку (трелевку) лесоматериалов. Применение данных критериев, с точки зрения экономики, является обоснованным. Однако в некоторых условиях, выигрывая на снижении транспортных расходов, можно потерять гораздо больше на восстановление поврежденных лесных территорий для их дальнейшего лесовоспроизводства, а также снизить устойчивость и продуктивность древостоев.

Одним из вариантов решения проблемы по освоению чувствительных к внешним нагрузкам лесных территорий является оптимальное расположение транспортно-технологических элементов лесосеки. На данных элементах и в непосредственной близости от них происходит основное повреждение почвогрунта и других компонентов лесной экосистемы в результате движения лесозаготовительной техники. Потому важно спроектировать и расположить транспортно-технологические элементы лесосеки и их параметры таким образом, чтобы обеспечить рациональное и экологически безопасное освоение лесфонда.

Для достижения поставленных задач были разработаны *принципы оптимизации расположения и параметров транспортно-технологических элементов лесосеки:*

– обеспечение доступности к местам складирования лесоматериалов;

- минимизация времени на переместительные операции;
- оптимизация размеров транспортно-технологических элементов лесосек;
- создание условий для дальнейшего лесовозобновления;
- обеспечение максимальной загрузки лесных машин;
- обеспечение эксплуатационно-экологической совместимости лесных машин с лесной средой;
- разработка годового и оперативного плана освоения чувствительных участков лесных экосистем;
- использование способов и методов снижения негативного воздействия на компоненты лесной экосистемы;
- повышение квалификации операторов лесной техники для работы на чувствительных участках лесной экосистемы.

На основании приведенных принципов был предложен ряд *критериев оптимизации транспортно-технологических элементов*. Их можно разделить на два группы: технологические и экологические. К технологическим критериям относятся:

- наличие и протяженность лесотранспортной сети;
- удельный показатель времени, затрачиваемый на переместительные операции;
- коэффициент загрузки и использования лесных машин.

Экологические критерии включают в себя следующие показатели:

- процентное соотношение площади транспортно-технологических элементов к общей площади лесосеки;
- число проходов техники по одному следу;
- показатели состояния компонентов лесной экосистемы (почвогрунта, лесонасаждений) до и после разработки.

Данные показатели позволят не только спрогнозировать эффективность работы техники в лесу, но и оценить возможный экологический риск для разрабатываемого лесфонда.

Данные критерии и принципы станут основой для разработки методики, которая позволит определить эффективное размещение и параметры пасечных и магистральных трелевочных волоков или при известных схемах их размещения – осуществлять выбор рациональной технологии сбора и транспортировки сортиментов форвардером. Сущность методики будет заключаться в определении размещения волоков, при котором будет наименьшая грузовая работа форвардера, соответственно и воздействие на поверхность движения, а также наименьшая суммарная площадь транспортно-технологических элементов в пределах лесосеки.

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. А.О. Германович (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОЕ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЯХ**

Одним из возобновляемых энергетических источников является древесина быстрорастущих сортов, в наших широтах это ива, осина, тополь[1]. Для производства энергии из древесной биомассы используются разные машины, образующие систему. Как правило, такая система может состоять из пяти основных операций: валка, измельчение, транспортировка, мульчирование. Некоторые из этих операций можно соединить в одну группу, которая сделает систему более компактной, а затраты более низкими.

На энергетических плантациях используется мульчеры, которые применяются для очистки участков земли от корней с дальнейшим измельчением. Они разделяются на самоходные и навесные. Самоходные обладают высокой производительностью и энергоемкостью. Мульчер состоит из массивного ротора с горизонтальной осью вращения с установленными на нём режущими зубьями (резцами). Мульчеры с приводом от вала отбора мощности (навесные) закрепляются на трехточечную навеску трактора и позволяют расчищать территории от древесной растительности. Такие мульчеры выпускаются для тракторов мощностью от 40 до 400 л. с., с различными вариантами роторов и разнообразной комплектацией. Самые мощные модели позволяют измельчать кусты, ветки и деревья до 50 см в диаметре и обрабатывать территории на скорости до 5 км в час. Для измельчения уже срезанной древесной и кустарниковой растительности существуют мульчеры с гидравлической подачей, обеспечивающие подбор материала с поверхности земли. Их отличительная особенность – наличие одного либо двух роликов гидравлической подачи. Для обработки почвы после заготовки древесины на энергетической плантации в условиях Республики Беларусь возможно применение универсального лесного шасси Амкодор 2021, агрегатируемого с мульчером [2].

Таким образом, для более продуктивной работы на энергетических плантациях предпочтительно применение многофункциональных энергонасыщенных лесных машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Использование древесной биомассы в энергетических целях: научный обзор / С. П. Кундас [и др.]. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008. – 85 с.

2. Лой, В. Н. Разработка многофункционального шасси для проведения лесохозяйственных работ / В. Н. Лой, С.Е. Арико, М. К. Асмоловский, А. О. Германович, Е. М. Дудко // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения: материалы МНТК – Минск: БГТУ, 2017. – ISBN 978-985-530-607-9. С 20-24.

УДК 630\*36

Студ. Карсюк Р. А., студ. Лисовский А. Е.,  
студ. Кругленя П.В., студ. Кругленя Н.В.

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.А. Голякевич  
(кафедра лесных машин, дорог

и технологий лесопромышленного производства, БГТУ),

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСМИССИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА**

За предыдущие годы предприятиями лесного машиностроения республики для нужд лесного хозяйства страны налажен выпуск более 10 моделей многооперационных лесозаготовительных машин: Форвардеры Амкодор 2661-01, 2662-01, 2682-01, 2641, 2631, МТЗ МЛПТ-344; харвестеры Амкодор 2551, 2541, 2531, BELARUS МЛХ-1046. Постоянно разрабатываются новые модели и совершенствуются уже освоенные в производстве. Стоимость отечественных машин существенно ниже иностранных аналогов, что во многом достигается за счет высокого объема использования в конструкциях агрегатов собственного производства.

Следует отметить, что в целом, лесная отрасль обеспечена отечественными лесозаготовительными машинами. Однако в области проведения лесохозяйственных работ степень механизации остается на достаточно низком уровне.

Применяемые в настоящее время при проведении лесохозяйственных работ лесные модификации сельскохозяйственных тракторов МТЗ-1221 и МТЗ 82, в значительной мере не соответствуют специфике их эксплуатации в лесохозяйственных учреждениях. Построенные на жестких рамах, данные трактора не обладают достаточным уровнем проходимости в лесных условиях. Использование в их конструкции механизмов поворота управляемых колес негативно сказывается на уровне их надежности. Энергетические характеристики

тракторов МТЗ-1221 и МТЗ 82 часто не позволяют агрегатировать их с активным эргонасыщенным лесохозяйственным оборудованием. Конструкции указанных тракторов не имеют реверсивных постов управления и в этой связи не обеспечивают удобства эксплуатации для операторов при использовании агрегатов с задней навеской. Также, они не обладают возможностью установки перспективных активных рабочих органов для привода которых требуется гидрофицированный регулируемый вал отбора мощности. К примеру, наличие такого способа привода важно для полноценного использования мульчирующих рабочих органов при измельчении пней и эксплуатации на участках с густой тонкомерной древесно-кустарниковой растительностью.

В настоящее время лесохозяйственные учреждения вынуждены приобретать несколько разнотипных тракторов для выполнения широкой номенклатуры своих работ, что в итоге существенно удорожает их. Объем использования сельскохозяйственных тракторов в лесном хозяйстве достигает 1000 ед. Многие из них имеют высокую степень износа и в скором времени потребуют замены. В этой связи приобретает актуальность создание универсального лесного трактора [1], построенного на лесном шарнирно-сочлененном шасси и имеющего возможность агрегатироваться с существующим и перспективным в освоении оборудованием лесохозяйственного назначения.

Его разработка должна вестись с учетом перспектив создания нового технологического оборудования в области механизации процессов:

- выращивания лесного посадочного материала;
- обработки почвы;
- создания лесных культур и ухода за ними;
- заготовки и переработки лесосеменного сырья;
- устройства защитных минерализованных полос и ухода за ними.

Поэтому важно на предварительном этапе исследований провести анализ конструкций машин и технологических агрегатов, эксплуатируемых в лесохозяйственных учреждениях, и установить спектр агрегатов возможных к эксплуатации с одним базовым трактором [2–4]. Это возможно на основе глубокого анализа применяемых и перспективных лесозаготовительных и лесохозяйственных технологий и реализующих их машин. Результатом такого анализа должна быть разработка рекомендаций по созданию и использованию комплексов машин для различных условий эксплуатации.

Агрегатирование с одним базовым трактором различного технологического оборудования позволит исключить его длительные про-

изводственные простои и повысить уровень загрузки трактора, до 90% по времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ тенденций развития конструкций многооперационных лесозаготовительных машин / С.П. Мохов, и [др.] // Труды БГТУ. Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2012. – № 2. – С. 18–20.
2. Голякевич С. А., Пищов С. Н. Информационные технологии в лесном комплексе. Минск: БГТУ, 2018. 123 с.
3. Голякевич С. А., Гороновский А. Р., Мохов С. П. Методика оценки технических характеристик форвардеров на стадии проектирования // Труды БГТУ. 2016. № 2 (184). С. 15–19.
4. Голякевич С. А. Результаты имитационного моделирования работы гидравлической системы форвардера в MatLab / Simulink / Simscape / С. А. Голякевич, А. Р. Гороновский, С. П. Мохов // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 126–131.

УДК 630\*36

Студ. Лисовский А. Е., студ. Карсюк Р. А.,  
студ. Круглень П.В., студ. Круглень Н.В.  
Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.А. Голякевич  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЕПЛИЦАХ ЛЕСОПИТОМНИКОВ**

Применяемая в настоящее время технология выращивания посадочного материала, в том числе в защищенном грунте (обработка почвы и т.д.) в основном базируются на применении тракторов класса тяги 6 кН (МТЗ-320.4) [1], и заключается в том, что непосредственно перед посевом осуществляется фрезерование субстрата с нарезкой посевных лент. Посев проводится сеялкой «Эгедаль». Семена высеваются вразброс, норма высева составляет 78 кг/га, глубина заделки – 0,5 см. После этого посева прикатывают катком и мульчируют торфом слоем 1,0–1,5 см. Все виды подкормок проводятся трактором агрегируемым с культиватором ГС «Эгедаль». Однако к существенным недостаткам применения тракторов высокого тягового класса являются значительные габариты агрегатов, сформированных на его базе и

значительный выброс остаточных газов, что позволяет использовать их только при работе на открытом грунте.

Ограниченное пространство теплицы не позволяет использовать трактора общего назначения, а использование малогабаритных тракторов с дизельным двигателем приводит к значительному загрязнению продуктами сгорания закрытого пространства теплицы, задымлению и созданию неприемлемых для работы людей условий. Поэтому большинство проводимых работ приходится выполнять вручную, что актуализирует разработку научных подходов, необходимость обоснования технологий и машин для комплексной механизации тепличного хозяйства лесопитомников.

Существует несколько возможностей обеспечения требуемых условий работы в закрытых теплицах лесопитомников. Это разработка систем удаленного управления тракторами по средствам STS-каналов беспроводной связи [2], при которой оператор может находиться вне теплицы и получать информации с камер, установленных на тракторе, либо создание малогабаритного трактора с электросиловым приводом, при использовании которого исключается возможность выброса вредных веществ в атмосферу.

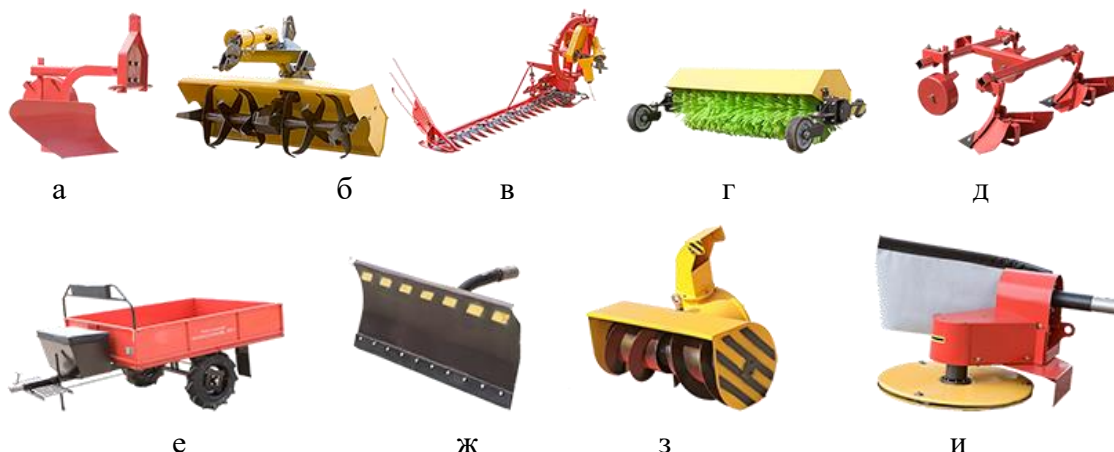
Использование тракторов с электротрансмиссией представляется наиболее предпочтительным [3], т.к. обеспечивается непосредственное присутствие человека в месте проведения работы, что позволяет оперативно вносить изменения в процесс работы машины при возникновении производственной необходимости. Базой для таких малогабаритных тракторов могут стать уже существующие образцы с дизельным двигателем. Их производство в Республике Беларусь налажено на ОАО «Сморгонский агрегатный завод». Наиболее предпочтительным для этого является трактор Беларусь-152 (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Теплица лесопитомника (вид внутри) и малогабаритный трактор Беларусь–152 ОАО «Сморгонский агрегатный завод»**

Помимо малых габаритов, трактор с электросиловым приводом должен иметь возможность агрегатироваться с большинством существующего и перспективного технологического оборудования, предназначенного для работы в лесопитомниках. В настоящее время ОАО «Сморгонский агрегатный завод» выпускает широкую номенклатуру навесных и прицепных, активных и пассивных рабочих органов для

малогабаритного трактора «Беларус 152»: (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Навесное и прицепное оборудование для малогабаритных тракторов, выпускаемое на ОАО «Сморгонский агрегатный завод»:**  
**а – плуг универсальный б – фреза почвенная; в – косилка малогабаритная;**  
**г – коммунальные щетки; д – универсальный окучник; е – прицеп;**  
**ж – отвал навесной; з – снегоочиститель; и – косилка роторная**

Вне зависимости от выбранного направления создания трактора (дистанционно- управляемый или с электротягой) существует возможность последующей автоматизации процесса движения трактора на основе использования управляющих компьютерных программ. При этом зона работы трактора может ограничиваться сенсорными вешками, выставленными по контуру обрабатываемого участка, либо координатами GPS/ГЛОНАСС. В первом случае достигается наибольшая точность позиционирования трактора, во втором – возможна наиболее простая реализация движения.

Создание тракторов с электросиловым приводом требует глубокого анализа мер обеспечения безопасности и комфорта оператора и использования большого количества актуальных и перспективных технологий, которые ранее не применялись на лесохозяйственной технике. Разработка таких машин является важной научно-практической задачей, которая ранее не решалась в отечественном лесном машиностроении. Использование в конструкциях машин ряда новых технических решений требует разработки математических моделей и компьютерных программ для оценки тяговых свойств и обеспечения рациональной энергонасыщенности, анализа режимов технологического нагружения, моделирования работы привода, оценки параметров производительности и экономичности с их последующим анализом. Кроме теоретического обоснования требуются практические испытания электросиловых установок и их отдельных узлов в лабораторных, полигонных и типичных эксплуатационных условиях.



На начальном этапе создания малогабаритного трактора с электросиловым приводом необходимо осуществить оценку его тяговых, сцепных свойств и запаса хода при работе с: почвенными фрезами и прицепами. В дальнейшем номенклатура используемого оборудования может расширяться. К примеру, перспективным вариантом модернизации щеточного коммунального оборудования является применение вместо щеточных наборных элементов специальных дисков с заданным расстоянием между ними для нарезки посевных лент.

Возможности агрегатирования с широкой линейкой существующего и перспективного оборудования позволят такому трактору быть задействованным круглогодично не только для обслуживания теплично-го хозяйства, но и при работе в лесопитомниках на открытом грунте.

Разработка трактора с электросиловой трансмиссией также может стать перспективной научно-технической основой для создания полногабаритных тракторов с электросиловым приводом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ тенденций развития конструкций многооперационных лесозаготовительных машин / С.П. Мохов, и [др.] // Труды БГТУ. Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2012. – № 2. – С. 18–20.

2. ТКП 575-2015/ПР1. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь. Введ 15.12.2015. Минск: М-во лесного х-ва Респ. Беларусь, 2015 60 с.

3. Голякевич С. А., Пищов С. Н. Информационные технологии в лесном комплексе. Минск: БГТУ, 2018. 123 с.

УДК 621.355

Студ. А.А. Беляков, студ. А.И. Дубовиков, студ. Н.В. Галах  
Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.Е. Арико  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

#### **СПОСОБЫ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Зарядка аккумуляторных батарей оказывает существенное влияние на ее ресурс и эксплуатационные качества.

Существует 3 основных способа зарядки аккумулятора: автоматический, постоянным током (I) и постоянным напряжением (U). Они отличаются длительностью и эффективностью. Несмотря на соответствующие названия, при отсутствии систем автоматического контроля необходимо контролировать оба параметра заряда (U, I). Время от времени следует проверять уровень заряда и температуру батареи.

При закипании реактива нужно немедленно снизить ток для дозарядки на низких значениях.

*Зарядка при постоянном токе проводится следующим образом:*

– Значение тока устанавливается на уровне 1/10 номинальной емкости батареи, при глубоком разряде АКБ следует заряжать его не номинальным, а минимальным  $I$  (1,5-2 А). Это позволит избежать сильного электролиза воды и постепенно увеличить плотность электролита за счет разложения сульфата свинца.

– По достижении указанного значения  $U(14,4\pm 0,1V)$  следует снизить ток до 1/20 емкости и продолжить дозарядку до максимума. Снижение интенсивности зарядки позволяет снизить скорость нагрева реактива.

– Когда  $U$  достигнет 14,5-15 В, необходимо снова снизить  $I$  вдвое. На финальной стадии процесса нужно заряжать батарею до тех пор, пока оба параметра заряда ( $I$ ,  $U$ ) не обретут постоянное значение. Конечное значение  $I$  должно находиться в пределах 0,2 А, что соответствует саморазряду батареи. Весь процесс занимает от 8 до 12 часов.

По завершении зарядки нужно дать выйти выделившимся газам, протереть корпус аккумулятора содовым раствором, закрутить пробки на банках или вернуть на место вентиляционную заглушку. Если пренебречь нейтрализацией поверхности, то батарея быстро разрядится снова из-за потерь тока на слой электролита на корпусе.

*Для зарядки при постоянном напряжении необходимо:*

– Установить напряжение на номинальный зарядный уровень –  $14,4 \pm 0,1$  В (строгий контроль напряжения необходим при зарядке необслуживаемых батарей).

– Наблюдать за величиной тока, которая должна составить около 0,1 емкости (для обслуживаемых батарей) или 0,05–0,1 емкости (для необслуживаемых). Ток более 20% емкости является вредным для АКБ.

– При глубоком разряде начинать восстановление нужно с  $U$  не более 12–13 В. Значение  $I$  при этом не должно превышать 5% от емкости аккумулятора. Если  $I$  повышается, то напряжение нужно снизить еще сильнее.

Восстановление при постоянном напряжении является более длительным процессом, чем при постоянном токе. При номинальном  $U$  за сутки батарея восстанавливает 75–85% заряда, при 15 В – до 90%, при 16 В и более – 95–100%. Помимо этих данных, необходимо учитывать ограничение зарядного напряжения т.к. для аккумулятора  $U$  выше 15,6 В является опасным. При сильном разряде длительность восстановления устройства может составить до 3 дней.

Для ускоренной зарядки АКБ нужно подать на нее  $I$  в 10–15 А, что соответствует 20–25% емкости устройства. За 15–20 минут интенсивного восстановления батарея приобретет достаточный заряд, чтобы завести авто. Однако регулярно пользоваться данным способом зарядки вредно, т.к. высокий ток ЗУ сокращает срок эксплуатации аккумулятора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эксплуатация, обслуживание и ремонт свинцовых аккумуляторов./ Болотовский В. И., Вайсгант З. И. // Ленинград, 1988 – 208с.
2. Исследование методов диагностики аккумуляторных батарей / Д. П. Чупин // Минск, 2012 – 50с.
3. Зарядные устройства. Выпуск 1: Информационный обзор для автолюбителей / А. Г. Ходасевич, Т. И. Ходасевич // Москва, 2005 – 192с.

УДК 629.3.02

Студ. А.А. Беляков, студ. А.И. Дубовиков, студ. Н.В. Галах  
Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.Е. Арико  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

#### **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ**

Аккумуляторные электромобили являются самым первым и простым видом электромобилей. Первые работоспособные модели были построены ещё в конце XIX века. Активно использовались в США вплоть до 20-х годов XX века. В течение 30-40 гг. наиболее активно применялись в Германии. С 1947 г. широко используются в Англии. Принципиальная схема аккумуляторного электромобиля в общем случае следующая: аккумуляторная батарея через силовую электропроводку и систему регулирования (управления) тягового электродвигателя (ТЭД), который, в свою очередь, передаёт главной передаче крутящий момент.

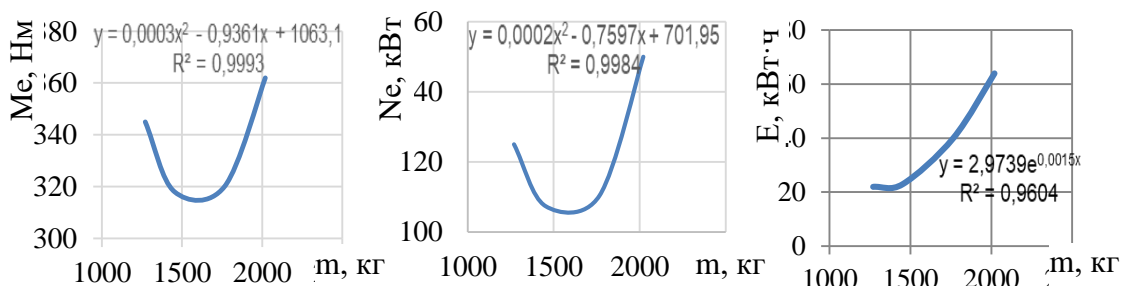
Технико-экономические параметры данного типа электромобилей, прежде всего, зависят от характеристик применяемых аккумуляторных батарей. Величина желаемого пробега электромобиля на один заряд батареи (запас хода) прямо пропорциональна отношению веса аккумуляторной батареи к полному весу электромобиля. Зависимость веса батареи от грузоподъемности электромобиля значительно выше, чем зависимость веса карбюраторного двигателя от грузоподъемности автомобиля.

Чтобы оценить мировой рынок электромобилей и тенденции его развития, обратимся к статистике. Согласно исследованию Мирового энергетического агентства (МЭА), в 2016 году продажи электромоби-

лей увеличились на 60% по сравнению с позапрошлым годом и достигли 2 млн штук. Причем темпы нарастают – ведь удвоение числа эксплуатируемых электромобилей произошло за полгода. При этом в подсчетах учитывались полноценные электромобили и подключаемые гибриды. Однако их число по отношению к бензиновым и дизельным автомобилям не велико и составляет лишь 0,2% всего автомобильного парка планеты. Но впечатляют темпы роста этого показателя, они бьют все рекорды. Ожидалось, что в 2020 году электромобилей станет 20 млн – в 10 раз больше, чем по итогам 2016 года.

В 2016 году Китай обогнал США по количеству электрического транспорта (650 тыс. против 560 тыс. единиц). За год доля Китая в мировом парке электромобилей увеличилась с 25 до 32%. Интерес Поднебесной к электротранспорту связан прежде всего с напряженной экологической ситуацией в стране. Запускаются специальные программы, при этом общественный транспорт переходит на электричество. Самой популярной маркой в Китае стала Tesla Model S.

В рамках изучения тенденций развития электротранспорта и анализа его технических характеристик получены зависимости основных технических характеристик электромобилей от их массы.



**Рисунок – Основные характеристики электромобилей**

Анализируя полученные зависимости можно сказать, что реализуемый крутящий момент и мощность установленных двигателей изменяется по параболическому закону. При этом необходимая емкость батареи изменяется по гиперболическому закону, что связано с увеличением веса транспортного средства вследствие роста массы аккумуляторов. В связи с этим снижение массы автомобиля можно добиться за счет уменьшения емкости батареи либо применения более легких батарей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1.Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог/ Кашкаров А.П. Мовчан Д. А.//ДМК-Пресс, 2018 г.- 180с.

УДК 621.879.3

Студ. А.И. Дубовиков, студ. Н.В. Галах, студ. А.А. Беляков

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.Е. Арико

(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

На условия эксплуатации лесных машин оказывает влияние ряд внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относят климатические условия, физико-химические свойства почвы и растений. К внутренним относят конструктивно – технологические особенности деталей, составляющих частей и сборочных единиц машин. Одним из путей повышения эффективности эксплуатации и долговечности лесных машин является проведение плановых технических обслуживаний.

*Техническое обслуживание* – это совокупность обязательных операций по проверке, очистке, смазке, креплению и регулировке деталей и узлов машин, имеющих целью — предупредить преждевременные износы, появление неисправностей и поломок и обеспечить работоспособное состояние машины.

Техническое обслуживание машинно-тракторного парка проводят обязательно после выработки определенного количества мото-часов или расходования определенного количества топлива. Машина, не прошедшая очередного технического обслуживания, к дальнейшей работе не допускается.

Система технического обслуживания машинно-тракторного парка включает: эксплуатационную обкатку; техническое обслуживание; периодический технический осмотр; ремонт и хранение.

*Эксплуатационная обкатка* – это процесс приработки трущихся сопряженных деталей новой или отремонтированной машины до ввода ее в нормальную эксплуатацию. В этот период детали прирабатываются друг к другу.

Организация планового технического обслуживания машинно-тракторного парка требует точной системы планирования, учета и контроля за проведением технического обслуживания и ремонтов. Основными документами при этом являются: годовой план технического обслуживания и ремонтов, в котором отражены затраты на техническое обслуживание и ремонт, трудоемкость работ и т. д.; график проведения технического обслуживания и ремонтов; журнал использования техники, технические паспорта и книги учета затрат, ГОСТ 20793-2009, СТБ 960-2011.

*Ежесменное техническое обслуживание* проводят в условиях гаража, ремонтно-механической мастерской или реальных условиях эксплуатации. Оно заключается в наружной очистке от пыли и грязи, осмотре узлов, проверке креплений, устранении течи, проверке уровня воды, топлива, масла и электролита в батарее, проверке работы контрольных приборов, сигнализации, агрегатов трактора и состояния шин.

*Первое техническое обслуживание (ТО-1)* включает операции ежесменного технического обслуживания и дополнительные операции: мойку и смазку узлов, промывку кассет – воздухоочистителя и замену масла, проверку батарей аккумуляторов, проверку давления воздуха в шинах и регулировку механизмов,

*Второе техническое обслуживание (ТО-2)* включает все операции первого технического обслуживания и дополнительные операции: смену масла в картере двигателя, топливного насоса и регулятора числа оборотов, регулировку узлов, механизмов управления трактора, проверку, очистку и промывку деталей системы питания, смазки, гидравлики.

*Третье техническое обслуживание (ТО-3)* включает все операции второго технического обслуживания и дополнительные операции: удаление шлама и накипи из системы охлаждения, промывку и смену смазки во всех картерах узлов, проверку и регулировку топливной аппаратуры, агрегатов системы смазки, гидравлики, электрооборудования. Третье техническое обслуживание проводят на пункте технического обслуживания.

*Сезонное техническое обслуживание* проводят при переходе к осенне-зимнему и весенне-летнему периодам эксплуатации. При этом промывают систему охлаждения, топливные баки, фильтры, топливопроводы, заменяют зимние или летние сорта масел, переводят электрооборудование на зимний или летний режим работы. Предпочтительным является совмещение проведения сезонного обслуживания с номерным техническим обслуживанием (ТО-1, ТО-2 или ТО-3).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства: учебное пособие / А.В. Новиков, И.Н. Щило [и др.]; - 2-е изд. – Минск: БГАТУ, 2010.

2. Техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт машин лесного комплекса: учеб. пособие / С. И. Сушков, О. Н. Бурмистрова, Д. Н. Снопков, Д. В. Евстифеев. – Ухта : УГТУ, 2012.

## ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УЧЕТА И АНАЛИЗА ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА

Вывозка и доставка древесины потребителям в Республике Беларусь осуществляется специализированным автомобильным и тракторным подвижным составом, а также с использованием железнодорожного транспорта. Анализ отчетных данных показывает, что наибольший удельный вес вывозки и доставки древесины потребителям приходится на автомобильный транспорт.

При этом, предприятия лесного комплекса работают в достаточно сложных условиях: с одной стороны наблюдается ежегодный рост объемов заготовки и потребления древесины, с другой стороны, густота сети лесных автомобильных дорог не является оптимальной, при этом общее количество лесотранспортной техники в целом не увеличивается. Очевидно, что в такой ситуации особое значение приобретает оперативный учет и анализ технико-эксплуатационных показателей работы лесовозных транспортных средств. Что, в свою очередь, напрямую влияет на выбор эффективных способов и методов организации технологического процесса вывозки древесины.

С целью автоматизации учета и анализа показателей работы техники на вывозке древесины, нами, на языке программирования C#, разработана настольная версия специального программного приложения (рис. 1).

Номер рейса	Дата	Время холостого хода	Время хода с грузом	Время на рейс	Холостой пробег
1	4/23/2020 12:00:00 AM	26	28	54	25
2	4/23/2020 12:00:00 AM	43	42	85	35
3	4/23/2020 12:00:00 AM	26	30	56	25

Время холостого хода за смену: 94	Всего холостой пробег за смену: 87	Коэффициент использования времени: 0.52
Время грузового хода за смену: 101	Всего грузового пробег за смену: 87	Коэффициент использования пробега: 0.5
Общее время движения за смену: 195	Общий пробег: 174	Грузовая работа: 2175
		Сменная производительность: 75

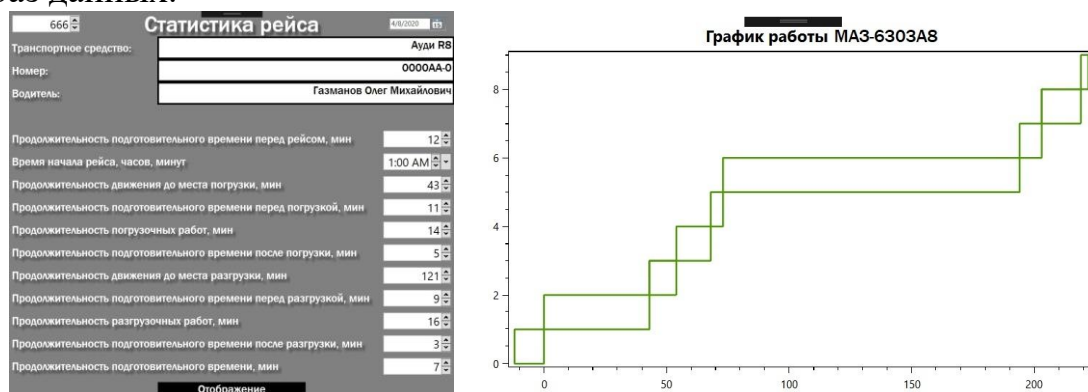
**Рисунок 1 – Окно вывода данных**

Результатом работы приложения является расчет основных технико-эксплуатационных показателей работы лесовозных транспортных средств с учетом различных природно-производственных условий работы техники.

## ДЕСКТОПНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА

Эффективная вывозка заготовленной древесины во многом зависит от ритмичной организации транспортного процесса. Для обеспечения производительной и ритмичной вывозки древесного сырья, как правило, разрабатываются графики движения техники позволяющие скоординировать работу разгрузочных устройств и механизмов с моментами прибытия лесовозной техники на разгрузочные пункты. Но, как показывает практика, в реальной практической деятельности организация вывозки происходит на основе, порой, необоснованных решений. Основной причиной тому является трудоемкость ручной разработки графиков движения для имеющегося парка машин. Поэтому разработка специализированных компьютерных приложений для каждого конкретного лесхоза, позволяющих в автоматизированном режиме строить графики движения техники, является актуальной задачей.

В связи с чем, нами на объектно-ориентированном языке программирования C# разработана версия десктопного приложения для формирования и анализа графиков движения автотранспорта на вывозке древесины. Ввод исходных данных может осуществляться как в ручном режиме (рис. 1, а), так и используя информацию из сторонних баз данных.



а – Окно ввода данных

б – Окно вывода данных

Рисунок 1 – Интерфейс разработанного приложения

Результатом работы приложения является построение графиков движения работы лесовозных транспортных средств в графическом виде (рис. 1, б) и табличном виде с возможностью экспорта данных.



Студ. Н.И. Занько

Науч.рук. канд. тех. наук., доц. М.Т. Насковец

(Кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ НА ВЫВОЗКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Технологии проведения лесозаготовительных работ в условиях лесосек предусматривают получение и дальнейшую вывозку деловой древесины в виде хлыстов, полухлыстов и сортиментах, а также дровяной древесины в виде сортиментов. Перевозка тех или иных видов лесоматериалов не обходится без наличия некоторых проблем. Одной из них является повышенная нагрузка на ходовые оси подвижного состава, что ведёт к разрушению лесных автомобильных дорог, а также снижению производительности на вывозке древесины, увеличению расхода топлива. В настоящее время расчетные нагрузки на оси лесовозных автопоездов могут составлять 10, 11,5 и 13,5 тонн.

Эффективным решением снижения осевых нагрузок является увеличение количества ходовых осей прицепного состава либо увеличение количества прицепов.

На рисунке представлен четырёхосный лесовозный полуприцеп.



**Рисунок – Полуприцеп четырёхосный**

Использование прицепного состава с увеличенным количеством осей послужит равномерному распределению осевой нагрузки на дорожное полотно, что приведёт к увеличению его срока службы, а следовательно снизятся затраты на ремонт и обслуживание дороге; благодаря равномерному распределению осевой нагрузки на дорожное полотно также увеличится объём перевозимого круглого лесоматериала и скорости движения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Организация перевозок лесной продукции. / М.Т. Насковец, Р.О. Короленя, // Минск «БГТУ» 2014г. — 110с.

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. М.Т. Насковец (Кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

В Республике Беларусь аварийность на автомобильном транспорте является самой тяжелой и трагичной потерей в дорожном движении. В Республике Беларусь имеется более 3 млн легковых автомобилей и примерно 1 млн в собственности у организаций. На дороге водители и пешеходы подвергаются риску дорожно-транспортных происшествий каждый день. Факторы, влияющие на возникновение дорожно-транспортных происшествий, имеют различное происхождение: рассеянное вождение, нарушение скоростного режима, незнакомый маршрут, управление транспортным средством в нетрезвом виде и употребление наркотических веществ, неисправность тормозной системы.

Одним из решений сокращения дорожно-транспортных происшествий автомобильным транспортом организаций может стать использование системы спутникового мониторинга транспорта. Оснащение транспорта организации навигационным оборудованием и его связь с системой мониторинга позволяет получить широкий ряд дополнительных возможностей, среди которых следует отметить следующие из них.

**Контроль скоростного режима.** Руководитель всегда сможет заметить нарушения скоростного режима своих сотрудников и принять меры по снижению скорости и увеличению тем самым безопасности движения. **Контроль за техническим состоянием транспорта.** Система предупреждает о запланированных работах, техническом обслуживании транспорта.

**Контроль стиля вождения.** С помощью этого можно отследить, кто из водителей постоянно нарушает правила дорожного движения.

**Контроль маршрутов передвижения.** Наличие этой информации позволит снизить вероятность отклонения от заданного маршрута передвижения. Местоположение всех автомобилей в вашей организации будет постоянно отображаться в системе мониторинга.

В общем виде дорожно-транспортные происшествия происходят из-за нескольких факторов: человек, транспортное средство и дорожные условия. Человеческий фактор является основным. Анализируя эти факторы можно составить направления безопасности дорожного движения. Повышение качества дорожно-строительных материалов, дорожного и инженерного обустройства, качественная установка дорожного полотна

по всем требованиям. Применение дополнительных, инновационных мер пассивной и активной безопасности автомобиля: применение фронтальных и боковых подушек безопасности, обязательные системы экстренного торможения, обязательные системы ABS, более жесткие требования по прочности силовой конструкции кузова, автоматизация управления автомобилями, системы контроля состояния автомобиля, системы контроля состояния водителя.

Комплексное решение задач экстренной связи и вызова, транспортного обеспечения медицинских сотрудников в места дорожно-транспортных происшествий, а также решение медицинских вопросов методического, технологического, фармакологического плана, с транспортировкой, освобождением людей из транспортных средств, фиксацией следов дорожно-транспортных происшествий. Обязательность соблюдения утвержденных правил транспортного поведения (введение обязательного технического осмотра, обязательного страхования, дорожного надзора, совершенствования навыков, умений и психологии участников дорожного движения), а также соблюдение правил дорожного движения.

При создании системы, которая будет обеспечивать автоматическое торможения или снижение скорости по факту опасности, предотвращение наезда на людей и препятствия на дорогах, а также предупреждение водителя об усталости, утрате концентрации, реагирование на голосовые команды и бесконтактное управление, визуализация информации на лобовом стекле, все эти системы влекут к снижению дорожно-транспортным происшествиям.

Для предотвращения дорожно-транспортных происшествий, отделом ГАИ РОВД постоянно выпускаются материалы в печатных СМИ, проводятся выступления на радио и на телевидении. Было множество публикаций на тему профилактики детского дорожно-транспортного травматизма в сети интернет за 2019 год. Выпускается огромное количество видов агитационной печатной информации касающейся безопасности дорожного движения. Световозвращающие элементы распространяются среди населения ведь это самый простой и эффективный способ обозначить себя в темное время суток на дорогах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <https://resurscontrol.com> (дата обращения: 03.01.2020)
2. URL: <http://belisa.org.by> (дата обращения: 05.01.2020)
3. URL: <https://vkurier.by> (дата обращения: 12.01.2020)
4. URL: <https://www.abw.by> (дата обращения: 13.01.2020)
5. URL: <https://sk.gov.by> (дата обращения: 15.01.2020)

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ДОРОГИ**

Дорожное дело – исключительно древняя профессия, а строительство дорог является одной из древнейших форм человеческой деятельности. Дорожное дело возникло, как профессия, в период, когда люди сознательно начали прокладывать пути в нужном им направлении. На смену пешеходным тропам, караванным дорогам, свойственным первобытнообщинному строю, приходили пути военные, дороги для управления государством и для культовых процессий, свойственные рабовладельческому строю.

Началом дорожной деятельности в истории развития человечества следует считать сознательное выполнение работ по приспособлению существующих троп для многократного прохода или проезда.

Известно, что одним из достижений человечества было изобретение колеса. До появления повозок грузы перевозили по волокам. Колёса появились в разных местах независимо и в разное время. Например, наиболее старая колёсная повозка была найдена в Пакистане (4000 г. до н.э.).

Вблизи Днепропетровска в погребальных курганах были обнаружены деревянные повозки, относящиеся к середине 2000 г. до н.э.

*Дороги древнего Мира.* Торговые пути Дании (800-190 гг. до н.э.) к ним добавлялись дороги – военные, культовые, подъезды к полям и каменоломням. В Египте к храму Гермеса была построена дорога длиной 630 м и шириной 128 м. вымощенная камнем. В Египте на Крите при раскопках была обнаружена культовая дорога построенная 2600-200 гг. до н.э. с покрытием из известняка толщиной 5-15 см. Культовая дорога, построенная в Вавилоне (720 г. до н.э.) дорожная одежда из слоёв кирпичей 50×50×9 см. Много храмовых дорог было построено в Древней Греции.

*Дороги Древнего Рима.* Вершиной дорожного искусства Древнего Мира являются дороги Римской империи, на территории которой было построено около 90 тыс. км. дорог с каменной одеждой, а с учётом грунтовых и гравийных дорог протяжённость составляла до 300 тыс. км. Темпы строительства составляли 500-800 км. в год. Девизом создания дорожной сети Древнего Рима стал «Via est vita» «Дорога – это жизнь».

Аппиева дорога считалась эталоном (162 км). Ширина дороги позволяла разъехаться двум встречным повозкам.

Дороги Древнего Рима имели очень большую толщину дорожной одежды до 1 м.

Дороги средневековья – они отличались от дорог Рима уменьшенной толщиной дорожной одежды до 50-75 см, а далее до 25-27 см. Для повышения прочности дорог стали применять земляное полотно. В России в это время на дорогах стали применять брёвна, пластины, брусья. Деревянные мостовые в России применялись почти тысячу лет.

Началом систематического строительства дорог в России можно считать 1722 г. когда по Указу Петра I было начато строительство дороги Петербург-Москва. В начале она была грунтовая, а в 1817 году её вымостили щебнем и гравием и начали называть Московским шоссе (>700 км). В 1786 году была утверждена «Комиссия о дорогах в государстве», которая определяла дорожную стратегию. Эта комиссия разработала первые в России технические условия постройки дорог. Ширина магистральных дорог – 15,0 м. ( $v=8,6$   $a=3,2$ ).

*Развитие дорог в период автомобилизации.* В конце XIX века появился автомобиль. В 1886 году немецкий инженер Бенц установил бензиновый двигатель на трёхколёсной повозке. Мощность двигателя 0,88 л.с.

Через год, в 1887 году Даймлер приступил к серийному выпуску автомобилей. В 1893 году Форд изготовил свой первый автомобиль на велосипедных колёсах.  $V=24$  км/ч.

Динамика выпуска автомобилей: 1900 г – 8000 шт., 1905 г – 78 000 шт., 1910 – 470 000 шт., 1918 г – 6 196 700 шт.

В России первые автомобили появились в 1901 году, а в США их было уже 23 тыс.

В 1931 году в России были разработаны Технические условия на проектирование дорог:  $S_v > 100$  м., устройство виражей, переходных кривых, деление дорог на классы. В 1923 году в Петербурге было создано Дорожно-исследовательское бюро, в дальнейшем преобразовано в Союздорнии. Дороги стали делиться на классы по интенсивности движения.

В 1910-1912 гг. появился асфальтобетон и целентобетон, который был уложен на дорогах: 1865 г. – в Шотландии, 1882 г. – в Австралии, 1882 г. – в Германии, 1892 г. – во Франции, 1937 г. в России на а/д. Москва-Минск.

*Автомобилизация.* Максимальный уровень автомобилизации в США, где на 1000 жителей приходится >600 автомобилей, сеть автодорог мира более 25 млн. км.

*История создания автомобилизации Беларуси.* Начало развития а.т. Беларуси относится к первой половине XX столетия. В 1910 году в Беларуси насчитывалось 65 автомобилей: в Минской губернии – 12, Мо-

гилёвской – 7, Витебской – 14, Гродненской – 19, Виленской – 13. К началу первой мировой войны (1914 г) их было 300 шт. Все они находились в частной собственности. В 1920 году было приобретено 20 автомобилей для народного хозяйства Беларуси. Это были 5-ти тонные автомобили «Мерседес», «Форд», «Бьюик». В 1924 году начались автобусные перевозки пассажиров в Минске (15 автобусов). В 1939 году было создано Министерство автомобильного транспорта БССР, в ведении которого находилось 990 автомобилей.

Вторая Мировая война уничтожила более 18 тыс. автомобилей в Беларуси, разрушены практически все мосты и дороги. В 1994 году парк автомобилей насчитывал: грузовых – 230 тыс., легковых – 780 тыс., автобусов – 33 тыс. шт. В 2002 г. в Беларуси насчитывалось около 2 млн. автомобилей: 19,3 % – в ведении предприятий, 80,7 % – в частной собственности. В 2005 году общий парк автомобилей составил около 3-х млн. единиц. В настоящее время количество автомобилей, а РБ более 4,5 млн. единиц.

УДК 656.11

Маг. В.А. Кипра

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. П.А. Лыщик

(Кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ПРИМЕНЕНИЕ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В связи с явлениями физико-химического взаимодействия грунта с вяжущими материалами наблюдается различие в результатах обработки органическими вяжущими материалами различных типов грунтов. Так, например, обработка черноземных грунтов, как правило, обладающих хорошо выраженной и прочной структурой и наличием обменного кальция, даст хорошие результаты при небольшом расходе вяжущего; солонцы, содержащие обменный натрий, при таком же гранулометрическом составе плохо поддаются обработке и даже при большом расходе вяжущего дают худший результат.

В результате обработки грунтов органическими вяжущими материалами в свойствах грунтов происходят коренные изменения, благоприятно влияющие на устойчивость их в дорожных сооружениях.

1. При оптимальной дозировке битума прочность при сжатии связных грунтов, испытываемых в водонасыщенном состоянии, значительно возрастает. При этом нарастание прочности водонасыщенных образцов происходит лишь до известного оптимального содержания вяжущего и воды, требующейся для максимального уплотнения смеси; по-

сле перехода оптимума битума и воды прочность при сжатии заметно снижается.

2. Грунты, обработанные органическими вяжущими материалами, приобретают непромокаемость, т. е. они не разрушаются при длительном стоянии в воде и характеризуются малым коэффициентом набухания. Для суглинистых грунтов требуемая прочность и непромокаемость достигается обычно добавками 8-10% вяжущего, для супесчаных и пылеватых – 4-8%.

3. По степени эффективности обработки вяжущими материалами грунты по гранулометрическому составу можно расположить следующий ряд: песчано-гравийные и крупнопесчаные оптимальные смеси; супесчаные и пылеватые супесчаные грунты; легкосуглинистые грунты; тяжелосуглинистые грунты (трудно обрабатываемые, с большим расходом вяжущего).

Физико-механические свойства обработанных грунтов в значительной мере предопределяются их гранулометрическим составом, Однако при этом весьма существенную роль играют также генетический тип грунта и физико-химическое состояние его глинисто-коллоидальных фракций.

Физико-механические свойства грунтов, укрепленных битумными материалами, должны отвечать требованиям, указанным в табл. 36.

Многолетние наблюдения над покрытиями из грунтов, обработанных жидкими битумами, показали, что лучшие результаты получаются при обработке черноземных грунтов, а также сероземов. Обработка засоленных грунтов (солонцы и солончаки) в большинстве случаев дает отрицательный результат. В засоленных грунтах, особенно содержащих соду, битум может вымываться из обработанного слоя и проникать в более глубокие слои.

Для повышения прочности, водостойчивости и теплоустойчивости применяют комплексное укрепление грунтов жидким битумом и известью, битумной эмульсией и цементом или известью, разжиженным битумом и известью.

Комплексные методы укрепления грунтов, сочетающие воздействие на грунт добавок вяжущего материала (битум, деготь, цемент) и активных добавок (известь и др.), расширяют область применения укрепленных грунтов. Использование битумной эмульсии с добавками цемента или извести позволяет работать при пониженной температуре воздуха и повышенной влажности грунта.

Обработка грунтов битумными материалами, так же как и при обработке их цементом или известью, включает обязательное выполнение следующих технологических операций: размельчение грунта, внесение

добавок вяжущего материала, перемешивание его с грунтом, увлажнение смеси до оптимальной влажности (в случае необходимости), профилирование обработанного грунта и уплотнение его до максимальной плотности.

Работы выполняют специальные механизированные отряды с использованием дорожных фрез, однопроходных грунтосмесительных машин и других машин по доставке вяжущих материалов, активных добавок и уплотнению смеси.

Битумы, используемые для укрепления грунтов, представляют собой весьма сложные по составу органические вещества. Они образуются в природных условиях в местах залегания нефти (природные битумы) или получают искусственным путем при переработке нефти на заводах нефтехимической промышленности.

Нефтяные битумы в зависимости от химического состава обладают различной вязкостью, температурой размягчения, тягучестью (растяжимостью) и другими свойствами. Для укрепления грунтов применяют вязкие и жидкие битумы или каменноугольные дегти.

Вязкие битумы применяют либо в виде битумных эмульсий или паст, либо их разжижают лигроином или бензином.

Жидкие медленно густеющие или средне густеющие битумы разных марок, отличающиеся между собой по вязкости и химическому составу, а также жидкие каменноугольные дегти применяют обычно в подогретом виде.

Согласно исследованиям М. М. Филатова, взаимодействие грунта с вяжущим органическим материалом сводится в основном к трем явлениям: 1) адсорбции (поглощению) некоторых составных частей вяжущего материала поверхностью тонкодисперсных частиц; 2) склеиванию отдельных частиц и агрегатов грунта вяжущим материалом; 3) механическому заполнению грунтовых пор вяжущим материалом.

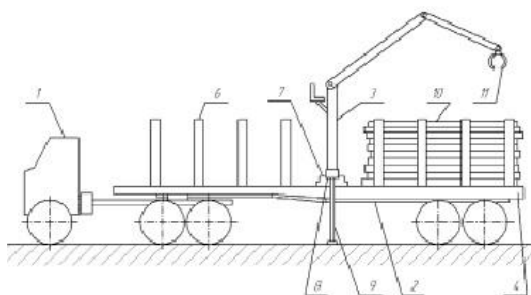
Работами М. М. Филатова, А. К. Бирули, Л. Н. Ястребовой и других установлено, что грунты, обработанные битумными (или дегтевыми) материалами, имеют агрегатно-ячеистое строение, образующееся вследствие неравномерного распределения вяжущих веществ в массе грунта, а также наличия замкнутых микропор, наполненных воздухом.

Вяжущие вещества, как показывают микроскопические наблюдения, распределяются в массе грунта, обволакивая главным образом глинистые агрегаты, на поверхности которых образуются особые глинисто-битумные соединения. В результате получается монолитная масса грунта, склеенная пленками, образующими в одних случаях тонкую сетку, а в других хлопьевидные скопления из глинисто-битуминозных веществ.

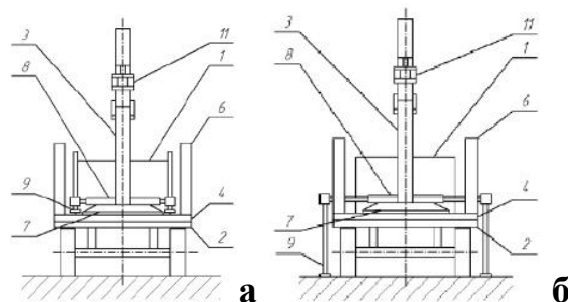


## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ АВТОМОБИЛЬНЫХ АВТОПОЕЗДОВ-СОРИМЕНТОВОЗОВ, ОСНАЩЕННЫХ ГИДРОМАНИПУЛЯТОРОМ

Одним из направлений повышения производительности и удобства работы на лесовозном автотранспорте, оснащенного манипулятором, является увеличение обслуживаемой площади с одной установки транспортного средства. Поскольку манипуляторы имеют ограниченный вылет, то увеличить обслуживаемую площадь с одной стоянки транспортного средства можно за счет придания манипулятору возможности перемещения вдоль кузова транспортного средства. Кроме того, такая подвижность манипулятора упростит и ускорит погрузку транспортного средства короткомером, который укладывается в кузов в несколько пачек, когда, ввиду ограниченности вылета манипулятора возникают сложности при погрузке пачки короткомерных лесоматериалов на задней части грузовой платформы. Пример конструкции автопоезд-сортиментовоза с передвижным манипулятором [1], представлен на рисунках 1 и 2.



**Рисунок 1. Автопоезд-сортиментовоз с передвижным манипулятором, находящийся в режиме погрузки**



**Рисунок 2. Вид сзади автопоезда-сортиментовоза с передвижным манипулятором: а – в транспортном положении; б – в рабочем положении**

Автопоезд-сортиментовоз с передвижным манипулятором включает седельный тягач 1, полуприцеп 2, манипулятор 3. На раме полуприцепа установлена грузовая платформа 4, в которой выполнены продольные направляющие 5. По бокам грузовой платформы полуприцепа установлены стойки-коники 6. В продольных направляю-

щих на подвижной раме 7 установлен манипулятор 3. На подвижной раме манипулятора установлены выдвижные телескопические опоры 8 с подпятниками 9, которые имеют такие размеры и ход, что при нахождении в транспортном положении обеспечивается зазор между их наружными торцами и внутренними сторонами 10 стоек-коников, а при нахождении в рабочем положении они выступают за наружные габариты полуприцепа на величину достаточную для установки подпятников на землю.

В процессе работы автопоезда-сортиментовоз устанавливается в наиболее удобном положении относительно намеченных к погрузке лесоматериалов. Манипулятор путем перемещения по продольным направляющим вдоль грузовой платформы полуприцепа устанавливается в требуемом положении и приводит выдвижные телескопические опоры в рабочее положение (рис. 2, б), обеспечивая устойчивость манипулятора относительно твердой поверхности земли. Затем осуществляют поштучный захват лесоматериалов 10 грейферным захватом 11 манипулятора и их укладку на грузовую платформу полуприцепа. После окончания погрузки подпятники поднимают, и выдвижные телескопические опоры приводят в транспортное положение (рис. 2, а).

В случае погрузки нескольких пачек лесоматериалов на грузовую платформу полуприцепа сначала формируют одну пачку, затем манипулятор по продольным направляющим перемещают вдоль грузовой платформы полуприцепа и устанавливают в новое положение. Переводят выдвижные телескопические опоры в рабочее положение и осуществляют погрузку лесоматериалов на грузовую платформу полуприцепа в новую пачку. После окончания погрузки выдвижные телескопические опоры переводят в транспортное положение. После осуществляют разгрузку лесоматериалов, предварительно переведя выдвижные телескопические опоры манипулятора в рабочее положение.

Наличие передвижного манипулятора позволит увеличить обслуживаемую площадь с одной установки транспортного средства, а также упростит погрузку короткомерных лесоматериалов в несколько пачек на грузовой платформе полуприцепа, что позволит повысить производительность на операциях погрузки-разгрузки и увеличит эффективность применения автопоезда [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <http://www.elib.belstu.by> (дата обращения: 24.03.2020).
2. URL: <http://www.fundamental-research.ru> (дата обращения: 01.04.2020)

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ**

На рынке ЕАЭС присутствует большое разнообразие средств для защиты древесины. Их классифицируют по разным признакам: по направленности действия разделяют на огне-, био-, влагозащитные и средства комбинированного действия; по числу компонентов – на одно- и многокомпонентные; по растворимости – водорастворимые, органикорастворимые, масла, а также вещества, растворимые и в маслах, и в тяжелых нефтепродуктах.

Наиболее распространены защитные средства комбинированного действия, которые, как правило, обладают антисептическими и огнезащитными свойствами. Средства огнезащиты древесины и материалов на ее основе подлежат обязательному подтверждению соответствия требованиям ТР ТС 043/2017, а средства влаго- и биозащиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 30495 и подтверждение соответствия проводится в форме добровольной сертификации.

Высокая степень биозащиты древесины обеспечивается введением в состав защитного средства добавок, содержащих ионы меди. К ним относятся: неорганические соединения (например, медный купорос), нафтенаты и цитраты меди. Медный купорос представляет наибольший интерес для производителей с точки зрения доступности и низкой стоимости. Следует отметить, что препараты на основе нафтената меди обладают не только высокой токсичностью по отношению ко всем биоразрушителям древесины, но и гидрофобизирующей способностью.

В связи с вышесказанным, для производителей защитных средств для древесины важно определить в нем количественное содержание ионов меди, что позволит регулировать основные свойства защитного средства, нормируемые ГОСТ 30495-2006. Существует стандартизированная методика определения массовой доли меди для нафтената меди (ГОСТ 9549-80). Определение целесообразно проводить гравиметрическим методом, обладающим высокими метрологическими характеристиками и низкой стоимостью. При этом установлена необходимость получения малорастворимого соединения меди и дальнейшего его концентрирования с целью получения удобной для анализа гравиметрической формы.

Широкое распространение получил рентгенофлуоресцентный анализ для определения тяжелых металлов, который основан на сборе и последующем анализе спектра, полученного путем воздействия на исследуемый материал рентгеновским излучением. В качестве источника возбуждения чаще используется рентгеновская трубка. Количественное определение данного метода основано на установлении функциональной зависимости между измеренной интенсивностью полученной аналитической линии и концентрации определяемого элемента. Рентгенофлуоресцентный метод является универсальным и имеет высокую точность.

Определение меди также проводят фотометрическим методом. Данный метод основан на избирательном поглощении электромагнитного излучения в видимой, инфракрасной и ультрафиолетовой областях молекулами определяемого компонента или его соединения с подходящим реагентом. Производят измерение оптической плотности подготовленного раствора и используют раствор сравнения. Массу меди в исследуемом растворе устанавливают по градуировочному графику, который строится исходя из измерений оптической плотности стандартных растворов различной концентрации. Достоинством фотометров, используемых в данном анализе, является их простота конструкции и высокая чувствительность.

Распространенным инструментальным методом количественного элементного анализа является атомно-абсорбционная спектрометрия, достоинства которой выражаются в высокой чувствительности и селективности. Атомно-абсорбционный метод основан на измерении атомного поглощения резонансных линий меди при соответствующей длине волны после введения анализируемого раствора в пламя ацетилен-воздух или пропан-бутан-воздух. По найденному значению абсорбции анализируемого раствора за вычетом абсорбции раствора холостого опыта находят массовую концентрацию определяемого компонента по градуировочному графику.

Для определения меди в средствах для защиты древесины рентгенофлуоресцентным, фотометрическим и атомно-абсорбционным методами стандартизированные методики в настоящее время отсутствуют.

Таким образом, это предопределяет необходимость разработки универсальных методик определения содержания меди в средствах для защиты древесины рентгенофлуоресцентным, фотометрическим и атомно-абсорбционным методами, которые разрабатываются в НИЛ ОСКиМ БГТУ.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ СХЕМЫ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА РАДИАЛЬНЫЕ ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Целью научного исследования является ознакомление с особенностями радиальных пиломатериалов и с эффективными схемами распиловки бревен на радиальные пиломатериалы.

Распиловка бревна осуществляется различными способами. Наиболее известными являются: развально-секторный способ, развально-сегментный способ; способ, предложенный Руденком Виктором Яковлевичем, Тупицыным Вячеславом Павловичем; комбинированный развально-сегментно-брусовой способ.

Рассмотрим комбинированный, развально-сегментно-брусовой способ на практике. В этом случае в первом проходе выпиливают из центральной части несколько необрезных радиальных досок, а из боковых сегментов выпиливают брусья и необрезные доски тангенциальной распиловки. Во втором проходе брусья распиливают на обрезные радиальные доски требуемой толщины и ширины, и односторонне-обрезные боковые доски смешанной или тангенциальной распиловки.

Рассмотрим объемный выход радиальных досок, от общего выхода досок при распиловке бревен разного диаметра. Важно отметить, что радиальные доски выпиливались в соответствии со спецификацией.

Результаты расчетов приведем в виде гистограммы (рисунок 1).

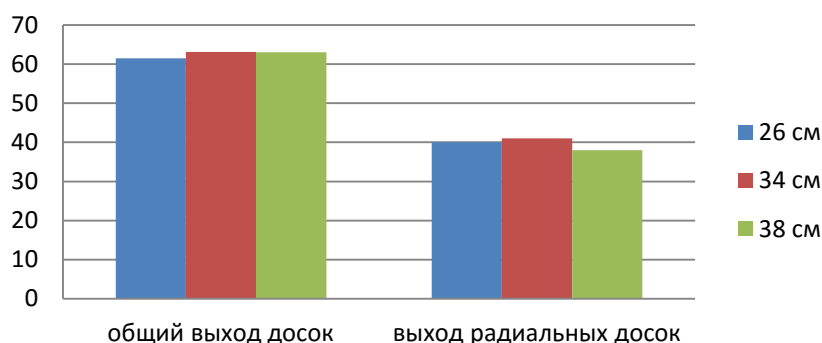


Рисунок 1 – Объемный выход пиломатериалов.

Таким образом, для получения радиальных пиломатериалов лучше использовать комбинированный способ, так как он обеспечивает достаточно большой выход спецификационных радиальных пиломатериалов. Этот способ, является наиболее простым, и менее трудоемким.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАСПИЛОВКИ БРЁВЕН НА ЛЕНТОЧНО-КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЯХ**

Управление конвейерной линией автоматизированное. Скорость линии составляет 4-24 м/мин в зависимости от размеров брёвен и схемы распиловки.

Для распиловки брёвен применяют ленточные пилы шириной 35 мм или 88 мм, толщиной 1-1,8 мм. На станках можно распиливать брёвна до 45-50 см, длиной до 6,1 м. Толщина пропила 2,0-2,4 мм, что значительно меньше, чем круглых или рамных пил, соответственно потери в опилки будут меньшими, а объёмный выход досок значительно увеличивается. Также известно, что при использовании ленточных пил, качество пиломатериалов выше, чем у круглых и рамных.

Из расчётов было выявлено, что при выпилке спецификационных обрезных досок из брёвен диаметров 14-36 см, средний объёмный выход пиломатериалов составил 62%.

Отходы в опилки при использовании ленточных пил составили 12%, что значительно меньше круглых пил. Среднесменная производительность линии при работе в две смены составляет 150 м<sup>3</sup>. В год цех распиливает 75 тыс. сырья.

Выводы. Установлено, что ленточно-конвейерные линии стоит использовать на малых лесопильных предприятиях при технически оправданном решении вопросов. Применение данной линии упрощает схему сортировки сырья по диаметрам. Преимущество ленточных пил перед круглыми в том, что на первых возможна распиловка брёвен больших диаметров. Высокий объёмный выход пиломатериалов очень важный критерий для небольших лесопильных предприятий, так же как и шероховатость поверхности пиломатериалов. Высокий уровень автоматизации позволяет отказаться от большого количества рабочих.

## **ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ ПЕРЕРАБОТКИ БРЕВЕН НА ФРЕЗЕРНО-ПИЛЬНЫХ ЛИНИЯХ**

В последние годы успешно развивается технология переработки бревен, которая предусматривает одновременное получение из бревна пиломатериалов и технологической щепы. Это позволяет обеспечить полезное использование объема сырья до 80-82% и повысить производительность труда на участке формирования сечения пиломатериалов в 1,4-2 раза, в зависимости от объема производства.

Переработка бревен по этой технологии осуществляется на фрезерно-брусующих или фрезерно-пильных станках и агрегатах. Фрезерно-брусующие станки применяют для формирования путем фрезерования двухкантных и четырехкантных брусьев, которые затем распиливают на пиломатериалы.

На основании рассчитанных поставов с боковыми досками в I проходе за брусом и без боковых досок мы рассчитали балансы древесины в зависимости от способа распиловки, построили диаграмму баланса, и сравнили эти поставы. Исходя из данных на диаграммах отчетливо видно, что объемный выход досок в первом случае – 57,57% , во втором – 63,1%, щепы и опилок соответственно больше при первом способе переработки.

Выбор того или иного способа переработки бревен главным образом зависит от экономики, то есть стоимости продукции, к которой относятся обрезные пиломатериалы и технологическая щепа. Наиболее рационально и экономически выгодно реализовывать обрезные пиломатериалы, нежели щепу. По прибыли от щепы можно сказать, что она приблизительно одинаковая.

На фоне всего вышесказанного делаем вывод, что если мы преимущественно нацелены на получение высокого объемного выхода досок, нам следует выбрать второй способ переработки – с боковыми досками и линии Linck, Möhringer, SAB; если же нам выгодно получение большого количества, то есть имеется цех по производству плит, либо же наше предприятие расположено вблизи таких производств, ЦБП например, тогда первый случай будет более рациональным и оптимальным, так как щепа является сырьем для этих производств, линии Giga 02 B, HewSaw, EWD будут отличным выбором для такого производства.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПАВЛОВНИИ**

МДФ – средней плотности плита из древесного волокна сухого способа производства. Древесноволокнистые плиты средней плотности известны в мире под аббревиатурой МДФ, HDF, LDF, ULDF (MDF– MediumDensityFiberboard, HDF– HardDensityFiberboardLDF– LowDensityFiberboard, ULDF– UltraLowDensityFiberboard и т.п.).

МДФ – это плитный материал, изготовленный из высушенных древесных волокон, обработанных синтетическими связующими веществами и сформированных в виде ковра с последующим горячим прессованием (плотностью 700-870 кг/м<sup>3</sup>) и шлифовкой.

Теплоизоляционные плиты из древесного волокна выпускаются плотностью от 40 до 200 кг/м<sup>3</sup>.

Наибольшим спросом в настоящее время пользуются плиты МДФ, LDF, HDF. В Республике Узбекистан активно наращиваются плантации из быстрорастущих пород павловнии. В течении 5 лет павловния достигает 40 см в диаметре и до 20 метров высоты. Плотность павловнии в среднем составляет 350 кг/м<sup>3</sup> Данная порода древесины пригодна для производства плит МДФ производство MDF.

Целью данной работы является разработка технологии производства плит средней плотности из древесины павловнии и теплоизоляционных плит в Республике Узбекистан.

Технологический процесс производства плит МДФ включает следующие операции: приемка и хранение сырья и материалов; приготовление, сортирование и гидромойка технологической щепы; размол технологической щепы на волокно; приготовление и введение связующего, отвердителя и гидрофобного компонента; сушка древесноволокнистой массы; формирование древесноволокнистого ковра; прессование плит; раскрой плит на форматы, упаковка и укладка плит.

Вывод. Предложенная технология производства плит средней плотности МДФ и теплоизоляционных плит с использованием смол РМДІ позволит производить экологически экологический безопасный продукт без выделения формальдегида для применения в строительстве и мебельной промышленности.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ МОРЕНОГО ДУБА  
РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ПЕРИОДОВ  
ЗАЛЕГАНИЯ В ПОЙМАХ РЕК**

Исследование натурального и мореного дуба в виде древесного материала и угольных остатков на микроуровне с анализом их химического состава с использованием микроскопии.

Исследование проводилось на образцах натурального мореного дуба различной возрастной группы: 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000 и 6560 лет согласно актам радиоуглеродного датирования подтвержденных академией наук Республики Беларусь.

Для определения химического состава натурального и мореного дуба разных периодов залегания был использован сканирующий электронный микроскоп JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201JEO, который позволяет проводить одновременно автоматический качественный и количественный химический с энергодисперсионным химическим анализом.

Озоление образцах натурального мореного дуба различной возрастной группы: 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000 и 6560 лет производили в шкафу CNOL8.2/1100 при температуре 800 °С в течение 2 часов.

Количественный химический анализ золы помещали в герметичную камеру рабочей части микроскопа, после чего из пространства автоматически откачивался воздух.

Система химического анализа EDX JED-2201JEO позволяет одновременно проводить автоматический качественный и количественный химический анализ до 99 участков изображения исследуемого образца, также получать карты и профили распределения элементов

Разрешающая способность микроскопа JSM-5610 LV составляет 3,0-4,5 нм, кратность увеличения – 18-300 000. Анализируемые элементы системы химического микроанализа от В (бор) до U (уран), диапазон определяемых концентраций – 0,1-100%.

В результате проведения спектроскопии золы натурального мореного дуба широкой возрастной группы были получены следующие данные которые приведены в таблице

**Таблица – Результат спектроскопии образцов золы натурального мореного дуба широкой возрастной группы (анализ содержания элементов периодической таблицы в зависимости от возраста натурального мореного дуба)**

Возрастной период натурального мореного дуба, год	Содержание основных химических элементов, масс%	
	Fe	Ca
100	-	65,15
1000	1,81	60,47
1500	26,27	49,31
2000	33,41	47,31
3000	50,04	35,29
4000	47,42	39,97
6560	53,82	23,79

В результате исследований выявлена очевидная закономерность увеличения в зольных остатках натурального дуба и натурального мореного дуба различных возрастных периодов химических элементов железа и снижения химических элементов кальция.

Предположительно соли железа накапливаются в мореном дубе в процессе залегания его в грунтовых водах богатых солями железа.

Выводы. Проведенные исследования могут послужить основой для разработки методики оперативного определения возраста добытого драгоценного мореного дуба и уровня его ценности.

Выявленные количественные показатели отдельных химических элементов и их соединений дадут возможность спрогнозировать адгезию к мореному дубу различных возрастов отдельных грунтовок и лакокрасочных материалов

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович О.К., Дупанов С.А. Перспективные направления переработки натурального мореного дуба // тезисы 84-йнауч.-технич. конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием), Минск, 03–14 февраля 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2020. – 192 с..

**ТЕХНОЛОГИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ**

Древесина – материал природного происхождения, обладающий высокими физико-механическими свойствами. Однако, имеет различные физико-механические характеристики вдоль волокон, радиальном и тангенциальном направлениях. Древесина гигроскопичный материал способный изменять свою влажность при изменении состояния окружающего воздуха.

Изделия из древесины имеют широкое применение в различных отраслях (мебель, строительные изделия, приборостроение и т.д.). Из-за своих негативных особенностей необходимо защищать изделия из древесины. В литературе приводятся различные методы и способы придания древесины повышенных физико-механических свойств [1-4].

Целью работы является повышения прочностных и гидрофобных свойств древесины методом модификации древесины березы акрилатными соединениями.

Образцы древесины березы подвергались вакуумированию материала для удаления связанной влаги из клеточных стенок и межклеточного пространства, затем в автоклав закачивался полимерный раствор и осуществлялась пропитка циклическим способом вакуум – атмосферное давление – вакуум. Пропитанные образцы вакуумировались и отверждались в сушильной камере.

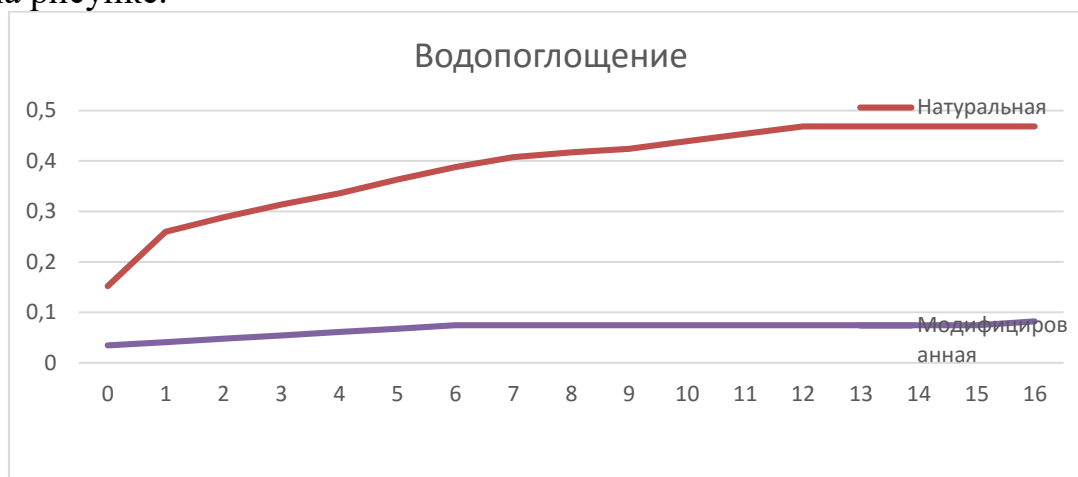
Образцы размером 10×10×10 мм пропитанные по данной технологии, подверглись испытаниям на водопоглощение, образцы модифицированной древесины размером 10×10×150 мм испытывались на определение предела прочности при изгибе по методике, изложенной [5], Полученные результаты сведены в таблицу.

**Таблица – Предел прочности при изгибе натуральной и модифицированной древесины**

Наименование показателей	Натуральная древесина березы	Модифицированная древесина березы	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	610	800	1100
Предел прочности при статическом изгибе, Мпа	116	156	210

Предел прочности модифицированной древесины значительно выше натуральной древесины.

Проведены исследования на водопоглощение натуральной и модифицированной древесины. Полученные результаты в виде зависимости массы образца от времени пребывания в жидкости приведены на рисунке.



**Рисунок – Водопоглощение натуральной и модифицированной древесины**

Водопоглощение образцов модифицированной древесины во времени значительно ниже, чем у образцов из натуральной древесины.

Выводы: Технология модификации древесины березы акрилатными соединениями позволяет повысить физико-механические свойства и ее гидрофобность придать ей высокие эстетические показатели, что позволяет ее использовать в строительстве и мебельном производстве в качестве декоративных элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. US 9464196 «Controlled release, wood preserving composition with low-volatile organic content for treating in-service utility poles, posts, pilings, cross-ties and other wooden structures» / Douglas J. HerdmanJun ZhangThomas PopeRandy C. Marquardt/ 2017..
2. SU 577130 «Способ модификации древесины»/ Мовнин М С, Каплунова О Е, Цой Ю И/ 1977г.
3. SU 1507568 «Состав для пропитки древесины»/ Хрулев В М, Кулдашова М А, Маньшин А Г/1989г.
4. В.Н. Ермолин, Д.Н. Деревянных. Пропитка древесины при переменном давлении» Лесной журнал №4, 1999г.
5. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины// Москва: СТРОЙИЗДАТ: – 1973. 39 с.

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СУШКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

Технологический процесс производства древесностружечных плит предусматривает высушивание стружки до влажности 2-6%. При изготовлении древесноволокнистых плит сухим способом рекомендуемая влажность древесных волокон составляет 6-8%. Древесное сырье, поступающее на предприятие древесных плит имеет влажность от 60 до 120% в зависимости от вида, способа доставки, длительности и условий хранения. Таким образом, древесные частицы (стружка и волокна) неизбежно должны быть подвержены операции сушки, для чего применяют различные сушильные аппараты.

В настоящее время наиболее широко в странах СНГ и за рубежом применяются трехходовые сушильные барабаны, аэрофонтанные сушилки и двухступенчатые сушильные агрегаты.

В зарубежной практике расширяется применение трехходовых сушильных барабанов. При сравнительно небольших габаритах они имеют высокую производительность, достигаемую за счет повышения температуры газовой смеси на входе в барабан до 500-650° и удлинение пути, по которому проходит стружка при сушке. Недостатком трехходовых сушильных барабанов является сложность их очистки и технического обслуживания. Кроме того, в них часто происходит возгорание стружки что требует установки специальных систем обеспечивающих быстрое и эффективное пожаротушение.

Аэрофонтанная сушилка надежна, проста в эксплуатации и экономична. Крупный недостаток ее – неравномерность сушки материала неоднородного фракционного состава. Не обеспечивается и получение требуемой конечной влажности (3-5%) стружки при начальной влажности свыше 50-60%. Эти сушилки рационально использовать для предварительной сушки измельченной древесины (до влажности 15-20%) с последующей досушкой ее до влажности 3-5% в барабанной сушилке.

Двухступенчатые сушильные агрегаты состоят из последовательно установленных друг за другом двух различных сушильных аппаратов – сушилки с пневматическим перемещением высушиваемого материала и сушильного барабана. Процесс сушки происходит в два этапа: на первой ступени древесные частицы высушивается от влажности 90-140% до 20-40%, а на второй ступени влажность доводится до требуемого значения, т.е. 2-4%. Такое техническое решение позво-

ляет компенсировать недостатки каждого из аппаратов и использовать их преимущества. Простые по устройству и производительные пневматические сушилки обеспечивают испарение основной массы влаги, в то время как сушильные барабаны, работающие в "мягком" режиме, досушивают измельченную древесину до требуемого значения влажности. При этом они обеспечивают получение на выходе равномерно высушиваемого материала.

В настоящее время наиболее широко применяются двухступенчатые сушильные агрегаты первой ступенью которых служит циклонно-спиральная приставка, а второй является сушильный барабан «Прогресс».

На импортных линиях используются сушилки фирмы «Метсо», также вертикальные сушилки трубы для предварительной сушки фирмы Butner типа NH.

Выводы. Исходя из опыта современных деревообрабатывающих предприятий производящих древесностружечные, ориентировано-стружечные, древесноволокнистые и теплоизоляционные плиты перспективным способом интенсификации и повышение качества сушки измельченной древесины является проведение процесса в два этапа двухступенчатыми сушильными агрегатами. Так как данный способ обеспечивает хорошую производительность и требуемое значение влажности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волынский, В. Н. Технология клееных материалов и плит: учебник / В. Н. Волынский. – Архангельск: АГПУ, 1998. – 299 с.
2. Тришин, С. П. Технология древесных плит: учеб. пособие / С. П. Тришин. – М.: МГУЛ, 2001. – 188 с.
3. Леонович, А. А. Новые древесноплитные материалы: учеб. пособие / А. А. Леонович. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. – 160 с.
4. Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учебно справ.пос. – СПб.: Изд. «Лань», 2010. – 336 с.:ил.
5. Леонович, О. К. Технология клееных материалов и плит. Методические указания к курсовому и дипломному проектам / О. К. Леонович, Е. А. Бучнева. – Минск; БГТУ, 2011. – 226 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КАПИЛЛЯРНОЙ ПРОПИТКИ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
САДОВО-ПАРКОВОЙ МЕБЕЛИ**

Деревянные беседки, садовая мебель и террасы ежедневно испытывают разрушительное влияние переменчивых факторов: УФ-лучей, дождя, ветра, а также разных микроорганизмов, насекомых и деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов.

Древесина гидрофобный материал под воздействием окружающей среды набухает или усыхает. Создаются благоприятные условия для развития деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов влияют на эстетические качества пораженной древесины и ее физико-механические свойства. С другой стороны, УФ-лучи влияют на изменение цвета древесины, уничтожая лигнин, который связывает ее клетки и обеспечивает прочность.

Основным способом обеспечения долговечности эксплуатации изделий из древесины являются защитно-декоративные покрытия.[1]

Для защиты деревянной садовой мебели используют следующую схему отделки: первичное шлифование, защитная пропитка антисептиком, грунтовка, промежуточное шлифование, защита V-образных швов специальным герметиком, нанесение из картуша, защита торцов специальным герметиком, нанесение кистью, финишный атмосфероустойчивый лак для садовой мебели, нанесение пневматическим распылением, толщина мокрого слоя – 300 мкм.

Для нанесения лакокрасочного материала окунанием требуется специальные ванны с приспособлениями для погружения и выемки пропитываемых изделий. Нанесения лакокрасочного материала распылением осуществляется с помощью компрессора и краскопульта. Покраска деревянной садовой мебели, не требующую сложного и дорогого оборудования осуществляется вручную кистями.

Чтобы получить качественную лакированную поверхность на своей садовой мебели, следует уделить большое внимание ее шлифовке. Использование шлифовального инструмента существенно улучшит качество работ и повысит производительность. Перед шлифовкой рекомендуется так называемую «водную провокацию». Смысл у этой технологической операции – выявить скрытые дефекты и пороки древесины, которые удаляются при дальнейшем шлифовании. Если эти дефекты не удалить (не делать «водную провокацию»),

то они могут проявиться при нанесении последующих слоев лакокрасочных материалов на водной основе. Итак, водная провокация, заключается в обильном смачивании водой деревянного изделия, далее – кратковременная сушка 1-1,5 часа и сразу же шлифовка. Если сушить дольше, то эффект выявления скрытых дефектов пропадет. Шлифовать следует абразивным материалом с зерном Р150. Если первичная поверхность сильно грубая или содержит много дефектов, то можно использовать сначала более грубое зерно, например Р100, а затем более мелкое – Р150.

Защитная пропитка проводится антисептиком на водной основе и служит профилактической мерой по защите древесины от грибков синевы, плесени и гнили. Пропиточный состав проникает в структуру древесины, не изменяет ее цвет и обеспечивает лучшее сцепление последующих слоев лакокрасочных материалов. Пропитка наносится обильным смачиванием обыкновенной кистью. Предлагается провести защитную обработку антисептиком фирмы “Биосепт” После полного высыхания защитной пропитки в течении 12 часов можно приступать к нанесению 1-го слоя лака.

Первый слой финишного атмосферостойчивого лака является грунтовым. Для этого возьмём лак фирмы Hesse DB 4524X. Лак следует наносить кистью с искусственной щетиной тонким слоем равномерно и аккуратно – избегая потеков и перехлестов. Сушить изделие после первого слоя следует 4 часа при температуре около +20 и влажности воздуха не менее 40%.

После первого слоя следует произвести промежуточную шлифовку для того чтобы выровнять цвет, снять ворс и улучшить сцепление с последующим слоем лака. Шлифовать следует абразивным материалом с зерном Р400. Также после первого слоя производится герметизация торцевых поверхностей специальным герметиком для торцов. Наносится этот герметик тоже кистью. После высыхания герметика следует наносить 2-й и 3-й слои лака DE 4503.

Вывод. Предложенное решение по предварительному антисептированию изделий и применение высокоэффективных грунтовок и лаков позволит значительно повысить качество и сроки эксплуатации садово-парковой мебели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С.А. Прохорчик. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. Минск: БГТУ, 2014.-297. с.5.



**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

Тепловая обработка древесины достигается конвективным видом теплообмена: тепловая обработка в открытых бассейнах в воде с температурой до 20 °С, в варочных бассейнах в воде с температурой при 40-90 °С, называемая провариванием, обработка насыщенным водяным паром, называемая пропариванием, или топочным газом.

Для интенсификации процессов склеивания, где допускаются сухие заготовки и увлажнение недопустимо используются другие виды теплообмена применяемые в сборочно-клеевых процессах. К ним относятся кондуктивное, диэлектрическое и радиационное нагревание, а также конвективное нагревание в сухой газовой среде.

Обработка древесины в открытых бассейнах круглых лесоматериалов в зимнее время обеспечивает оттаивание древесины и соответственно уменьшается твердость древесины и уменьшается сила резания и повышается качество при распиловке в лесопильных агрегатах.

В фанерной промышленности обязательной операцией является проваривание кряжей и чураков перед лушением. Надлежащее качество поверхности шпона возможно получить если в луцильное отделение будет поступать древесина в определенном температурном диапазоне: для древесины ольхи и березы 30-50 °С, мягких хвойных пород 30-55 °С, лиственницы 40-60 °С. Проваривание может производиться по мягким режимам при температуре воды 35-45 °С и жестким режимам при температуре воды 70-80 °С.

Тепловую обработку пропариванием применяют в спичечной промышленности для оттаивания чураков перед лушением и в производстве строганого шпона для нагревания ванчесов перед строганием, а также обработка заготовок перед гнутьем или прессованием. Пропаривание ванчесов производят в автоклавах при давлении 0,3 Мпа и температуре 130 °С. Для получения качественного строганого шпона оптимальная температура ванчесов должна составлять для древесины твердых лиственных пород 45-65 °С, для лиственницы 70-80 °С.

Выводы. Придание древесине строго определенных температурных параметров перед обработкой позволит получить качественный эластичный материал при пилении лушении и строгании.

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР SECEA  
НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Сушильный участок ОАО «Гомельдрев» входит в состав лесопильного цеха и состоит из 16 сушильных камер. Характеристика сушильного хозяйства представлена в таблице.

**Таблица – Характеристика сушильного хозяйства ОАО «Гомельдрев»**

Наименование камер	Кол. Шт.	Габаритный объем штабелей в камере, м <sup>3</sup>	Специализация п/м, заготовок для камер
1. Камера итальянская SECEA с автоматическим режимом управления	8	3,25x1,2x1,35x24=126	Тв.л. п/м Тв.л. рейка Тв.л. заготовка М.л. п/м, М.л. рейка Хв. п/м, Хв. Рейка Хв. Заготовка
2. Камера пр. Франции «CATHILD» с автоматическим режимом управления	4 4	3,25x1,2x1,35x24=126 4x1,2x1,35x36=233	Тв.л. п/м Тв.л. рейка Тв.л. заготовка М.л. п/м М.л. рейка Хв. п/м Хв. Рейка Хв. Заготовка
3. Камера «BALTBRAND» с автоматическим режимом управления	2 2	3x1,2x1,35x24=117 4x1,2x1,2x24=138	М.л. п/м М.л. рейка Хв. п/м Хв. Рейка

Сушильные камеры компании SECEA входят в число наиболее эффективного в мире оборудования в данной отрасли. Высокие показатели качества и экономичности сушки древесины самых различных пород обеспечиваются за счет продуманных управляемых систем обогрева и вентиляции, стойкости конструктивных элементов к воздействию веществ, испаряемых из древесины при сушке. В этих сушильных установках проходит подготовку как товарная древесина, предназначенная для реализации заказчикам группы, так и массив, используемый мебельными фабриками GSB Group.

Опыт применения сушильных камер SECEA доказывает высокое качество этого оборудования, его способность работать с различными породами древесины и удовлетворять потребности клиентов по всему миру.

Техническая характеристика сушильной камеры Sesea: внутренние размеры камеры – 7,50×7,20×4,00 м.; размеры загружаемых штабелей – 6,0×1,35×1,2 м.; тип калориферов – биметаллические; типы вентиляторов – реверсивный, осевой.

Конструктивная модульная схема каркаса и стеновых панелей сушильных камер фирмы SECEA под названием «JET» отличается простотой, скоростью и безопасностью выполнения сборочных операций. Движение воздуха в штабелях древесины оптимизировано благодаря использованию реверсных вентиляторов с 4; 6; 8 или 12 лопастями изменяемого диаметра и угла наклона. Использование инвертеров на каждом из электродвигателей обеспечивает получение максимальной отдачи и заметную экономию электроэнергии.

Установки оснащаются теплообменниками, выполненными из нержавеющей стали или алюминия и стойкими к воздействию древесных кислот. Оригинальные нагревательные устройства типа ISPM 15 включают в себя камеры сгорания с вытяжкой и /или с прямой подачей тепла и продуктов сгорания в камеру и работают на традиционных видах топлива (сжиженный газ, природный газ и дизельное топливо), что позволяет достичь высокой тепловой эффективности и снизить расходы на сушку.

Установки также оснащаются запатентованными системами управления и контроля параметров KEY-1000. Эти системы способны контролировать не только процесс сушки и состояние камеры, но управлять котлами, влиять на объем выбросов в атмосферу и т. п.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что сушильные установки компании «SECEA» пользуются популярностью за счет инновационных технологий в производстве камер данного типа, что способствует высокому уровню сушки материала и особенностью конструктивных элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кодак, П. Оборудование и инструмент для профессионалов. Sesea: инновации в сушке. / П. Кодак // Международный информационно-технический журнал [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <https://www.informdom.com/derevoobrabotka/2007/4/secea-innovacii-v-sushke.html>. – Дата доступа: 02.04.2020

Студ. Д.К. Набекало, А.В. Главатский

Науч. рук. ассист. Е.В. Дубоделова

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ КАРБОМИДО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ**

Карбамидо-формальдегидные смолы (КФС) – основа клея для производства древесных плит и фанеры. Они представляют собой смеси низкомолекулярных продуктов (олигомеров). Наиболее часто в Беларуси применяют марки форконцентратов КФК-85 и КФК-80. Карбамидоформальдегидный концентрат – это безметанольный продукт высокой жизнеспособности, применяемый для синтеза КФС в целях снижения экологической нагрузки на окружающую среду. Он включает не менее 60% формальдегида, не менее 25% карбамида и характеризуются наличием реакционно способных метанольных групп в количестве 20-25% [1].

При производстве клееных материалов и плит учитывают процессы перехода КФС в отвержденное состояние. При этом выделяют три основных стадии: начальная стадия, в которой смола находится после приготовления, доставляется на предприятие, хранится и вводится в производство продукции на основе древесины; промежуточная стадия, в которой смола переходит под действием отвердителей и температуры, а также при сроке хранения, превышающем допустимый срок, который обязательно указывается в технической документации; конечная стадия, в которой смола превращается в твердое, неплавкое и нерастворимое состояние.

Среди основных достоинств клеев на основе карбамидоформальдегидных олигомеров можно выделить: высокую адгезионную способность; большую скорость перехода в отвержденное состояние при нагреве; низкую вязкость (от 40 до 140 с по ВЗ-246) при высокой концентрации (массовая доля сухого остатка варьирует от 65% до 70%); светлую окраску (от белого до светло-коричневого); хорошую смешиваемость с водой; стабильность свойств при хранении смолы, обеспечивающей класс эмиссии формальдегида в готовой продукции не ниже E1; запасы сырья для их производства практически не ограничены;

Основными недостатками клеев на основе карбамидоформальдегидных олигомеров являются: они входят в группу смол средней водостойкости, что ограничивает область применения продукции комнатными и защищенными от атмосферных воздействий условия-

ми; им присуща значительная усадка клея, низкое зазорозаполнение и повышенная коррозионная опасность; для них характерно наличие свободного формальдегида в количестве от 0,05 до 1,00%; образование жесткого клеевого соединения [1].

Целью работы являлось повышение водостойкости клеевых соединений при сохранении прочности их склеивания. При этом проводили испытания клеевых соединений древесный шпон–КФС–древесный шпон размером 1,5×1,5 см на предел прочности при разрыве до вымачивания в холодной воде и после выдержки в ней в течение 40 минут. Для оценки клеящей и технологических свойств карбамидоформальдегидной смолы, отобранной в цехе по производству МДФ ОАО «Витебскдрев» определяли ее время отверждения. В качестве отвердителя использовали хлористый аммоний (NH<sub>4</sub>Cl) 18% концентрации с расходом 1% к абс. сух смоле. Для повышения водостойкости применяли гидрофобизатор щелочного характера, применяемый при получении бетона, цемента. При введении гидрофобизатора стремились к тому, чтобы сохранить технологические свойства клея на основе карбамидоформальдегидных олигомеров, определяемые его жизнеспособностью. Установлено, что введение щелочного гидрофобизатора возможно при сохранении времени желатинизации на уровне от 85 до 90 с. Наилучшие значения времени желатинизации были достигнуты при введении в КФС в количестве 10 г 0,33 г отвердителя и 0,15 г гидрофобизатора.

В таблице 1 показаны пропорциональные соотношения, используемые при получении трех образцов клея на основе карбамидоформальдегидных олигомеров.

**Таблица 1 – Пропорциональные соотношения, используемые при получении клея на основе карбамидоформальдегидных олигомеров**

Добавляемые вещества	Образец номер №1	Образец номер №2	Образец номер №3	Контроль
Смола, г	10	10	10	10
Отвердитель, г	0,33	0,33	0,33	0,33
Гидрофобизатор, г	1,5	0,105	0,75	-

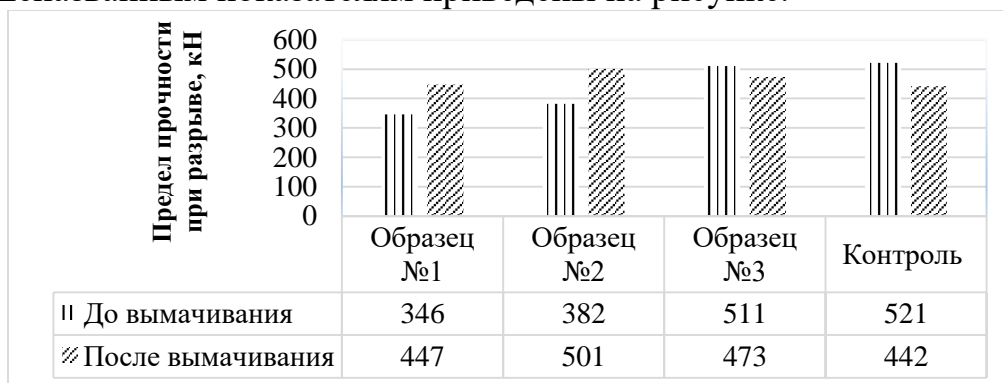
Из таблицы видно, что расходы гидрофобизатора варьируют в диапазоне от 0,75 до 1,5 г. Такой выбор расходов гидрофобизатора был связан с ожидаемым падением прочности клеевого соединения. Образец №1 и №3 отличаются расходом гидрофобизатора – 1,5 и 0,75 г, для которого значение Ph составляло 14 ед. В образце № 2 гидрофобизатор имел значение Ph 7 ед. и поэтому был выбран расход 0,105 г (таблица 2). Испытания клеевых соединений проводили следующим образом. На площадь шпона размером 1,5×1,5 см наносили в равных количествах получив-

шиеся образцы составов, затем соединяли один образец шпона с другим (на который не был нанесен состав).

**Таблица 2 – Расход гидрофобизатора в процентах по отношению к товарной массе КФС**

Номер образца	%
Образец №1	1,5
Образец №2	0,75
Образец №3	1,05

Для точности измерений изготавливали 8 образцов для испытаний на предел прочности до вымачивания в холодной воде и 8 образцов для испытания после вымачивания в ней. Всего на каждый образец приходилось 16 образцов. После подготовки образцов для инициирования реакции отверждения использовали горячий пресс, предварительно нагретый до 100–110 °С. Результаты испытаний образцов по вышеуказанным показателям приведены на рисунке.



**Рисунок – Результаты испытаний образцов по показателю прочности на разрыв**

Из рисунка видно, что самыми высокими показателями водостойкости и прочности после вымачивания в холодной воде обладал образец под номером 2. При этом по сравнению с контролем первоначально клеевое соединение обладало более низкими значениями прочности на разрыв.

Таким образом, при проведении исследований было установлено, что для повышения водостойкости клеевых соединений при сохранении их прочности склеивания необходимо применять гидрофобизаторы, щелочность которых сопоставима со значением Рh карбамидоформальдегидных смол.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Божелко, И. К. Технология деревообработки: учеб.-метод. пособие / И. К. Божелко, А. А. Янушкевич, Е. В. Дубоделова. –Минск: БГТУ, 2019. – 210 с.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГРАММНОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ  
СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

В настоящее время все больше внедряют оборудование для автоматизации производства. Но не каждое автоматизированное оборудование будет использовать весь потенциал имеющегося сырья.

Для оптимальной переработки древесных материалов используют связь станков различного назначения с определенным программным обеспечением, с помощью которого сырье эффективнее сортируется и перерабатывается на пилопродукцию.

Каждая компания в деревообрабатывающей промышленности создает и выпускает свои станки одного или нескольких назначений, а также программное оборудование для них. Одной из самых распространенных и продвинутых компаний по автоматизации и программному обеспечению на территории стран СНГ является компания «Автоматика Вектор».

Линию сортировки и обработки сырья можно автоматизировать при помощи программ, предоставляемых различными компаниями. Так, например, сортировку можно автоматизировать при помощи таких сканеров как «ВЕКТОР 2D» и «ВЕКТОР 3D». Отличие между ними заключается в том, что «ВЕКТОР 3D» имеет преимущество в виде сканирования бревна по трем плоскостям, а не по двум, что дает более четкую 3D модель формы и внешних пороков бревна. После получения информации о форме и размерах бревна, линия автоматически назначает ему определенную группу, основываясь на диаметре, длине и сбеге.

Также можно установить оборудование для считывания пороков древесины при помощи электромагнитных волн, для более качественного отбора бревен и выбора более выгодной схемы распиловки, дабы не перегружать и не ухудшать состояние лесопильного оборудования из-за пиления более плотных пороков по сравнению с плотностью здоровой древесины и возможного наличия инородных тел в стволе спиленного дерева.

Далее необходимо составить, рассчитать и выбрать наиболее оптимальную схему распиловки. Благодаря полученной 3D модели бревна можно оптимизировать постав для каждого бревна индивидуально, что существенно увеличивает выход продукции из сырья. Для

составления постава существует множество программ, например, парой из них являются «Saws Optimization» и «Soft Timber».

В обеих программах вводными данными являются диаметр, длина и сбеги бревна, а также ширина пропила головного оборудования. Однако в «Soft Timber» ширину пропила можно задать лишь в виде целого числа, в то время как в «Saws Optimization» можно ввести любое как целое, так и иррациональное значение ширины пропила.

После ввода основных параметров бревна, необходимо задать в настройках программы толщины пиломатериалов, которые требуется получить. В данных программах данная процедура примерно идентична, однако в «Soft Timber» нет возможности сохранить, так сказать, готовый “пакет” с определенными толщинами, т.е. для каждой новой задачи необходимо заново задавать значения нужных толщин. Однако можно скопировать сохранившуюся задачу и изменить исходные данные бревна. После введения всех необходимых данных программы начинают считать все возможные варианты поставов для данного бревна. В «Soft Timber» поставки выглядят в виде таблицы и изображений схем распиловки. Но все схемы собраны в одну кучу, из-за чего процесс просмотра всех схем значительно затрудняется. В «Saws Optimization» есть отдельно выделенная область с списком всех схем распиловки по отдельности. Также в обеих программах можно немного изменять схему распиловки добавляя или убирая доски необходимых размеров. Крайне важным преимуществом «Saws Optimization» также является выбор способа распиловки и ввода технических характеристик станка.

Выбор оптимальной схемы можно осуществлять путем отбора по наибольшему выходу пиломатериалов конкретных размеров в той или иной схеме распиловки. В программах также можно задавать экономические затраты на распиловку и цены за доски конкретных размеров. Так же можно сравнить количество полученных пиломатериалов с требуемым количеством.

После выбора оптимальной схемы, бревна подаются на линию пиления лесного сырья для получения готовых пиломатериалов, где при необходимости полученные доски на станках соответствующего назначения обрезаются по ширине и торцуются по длине.

Все кусковые отходы далее идут на рубительную машину для получения щепы, а щепа в свое время идет на сортировку.

Все полученные пиломатериалы сортируются по качеству и идут на составление штабелей для непосредственной сушки.



## **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГИПСА. ПЛАСТИФИКАТОРЫ И УПРОЧНИТЕЛИ ДЛЯ ГИПСА**

Гипсокартон и гипсоволокно обязательно используются для потолков, стен, всевозможных перегородок и декоративных конструкций. Используют их для ремонта из-за их влагостойкости, огнеупорности и отличных шумоизоляционных качеств. Что это такое, ГВЛ, ГКЛВ и другие виды, их характеристики. С помощью гипсокартона можно создавать оригинальные интерьерные решения.

ГКЛ – расширяется, как гипсокартонный лист. Простой материал позволяет необычно оформить обычное помещение. С его помощью выполняется превосходное зонирование.

ГКЛО означает огнеупорный материал. При изготовлении применяется специальный огнеупорный состав; Поверхность такого материала обрабатывается специальным покрытием.

ГКЛВ – влагостойкий материал, в составе которого предусмотрено специальное вещество от грибков, бактерий и плесени; Этот гипсокартон с успехом применяется для внутренних отделочных работ.

Композиция для изготовления пеногипсовых изделий.

Известна композиция [1] для получения легких строительных деталей, включающая гипс, 3%, 0,1-5% пленкообразующего латексного материала, 0,075-0,3% , 0,5-3% крахмала и 50-60% от массы гипса воды. Однако изделия данного состава имеют низкую прочность и повышенную ползучесть.

Известна пеногипсовая композиция [2], включающая полуводный гипс, кварцевый песок, пенообразователь и воду. Данная композиция дополнительно содержит ортофосфорную кислоту, а в качестве пенообразователя – смесь синтетического моющего средства в соотношении 1:1 При изготовлении гипсового пеноматериала по данной методике требуется нагревание.

Наиболее близким аналогом изобретения является композиция для изготовления пеногипсовых изделий, которая содержит гипсовое вяжущее, пенообразователь, загуститель. Композиция дополнительно содержит аминокформальдегидную смолу с отвердителем, ускоритель твердения гипсового вяжущего – сернокислый калий.

**Таблица – Технические характеристики пеногипсовых изделий**

Состав пеногипсовых изделий	Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность, Вт/(м К)	Предел прочности на сжатие, МПа	Морозостойкость, циклы
Композиция 1	100	0,035	2,2	30
Композиция 2	80	0,04	0,1	15
Прототип	215	0,07	1,75	-

Сравнительный анализ данных таблицы свидетельствует о том, что заявляемая композиция (в таблице композиция 1) позволяет получать вспененный материал с улучшенными по сравнению с прототипом техническими характеристиками – более низким удельным весом (легче в два раза), более прочным (на 0,45 МПа), и его теплопроводность в два раза ниже, чем у прототипа. Отсутствие сшивающего реагента (в таблице композиция 2) оказывает существенное влияние на прочностные свойства материала – снижение в 22 раза по сравнению с заявляемой композицией, наблюдается снижение и морозостойкости (в 2 раза).

Существует достаточно много способов повысить прочность гипсовых изделий. Самый доступный – обычная лимонная кислота 20 гр. в одном литре воды и добавляйте не более чайной ложки готового раствора на 1 кг гипса.

Как же можно повысить прочность?

1. Уменьшаем количество воды.
2. Используем модификатор гипса

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <https://woman.rambler.ru/other/40526592-gkl-что-это-такое-gvl-gklv-i-drugie-raznovidnosti-gipsokartona-harakteristiki-i-osobennosti-primeneniya/>.
2. <https://findpatent.ru/patent/246/2461532.html>
3. <https://zen.yandex.ru/media/id/5c4a9c37625c7200acbbf565/sposoby-povysheniia-prochnosti-gipsovyh-izdelii-5c4a9c46625c7200acbbf567>

## ПРИМЕНЕНИЕ КОРЫ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ОТДЕЛОЧНЫХ, КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕБЕЛИ

Кора составляет в среднем около 10 процентов объема дерева, но эта цифра варьируется в зависимости от вида и возраста дерева.

**Таблица 1 – Содержание коры**

Порода древесины	Наибольшее процентное содержание коры
Ольха	8
Липа	14
Ель	15
Береза	15
Осина	15
Сосна	17
Клен	17
Ясень	19
Дуб	22
Лиственница	28

Клеточный состав коры имеет определенные сходства с древесным составом, но также имеет важные различия. Проводящие питательные вещества клетки – ситовые клетки и элементы ситовой трубки – имеют тонкостенные и нелигнифицированные частицы, служащие обычно только одному сезону роста. Содержание целлюлозы и гемицеллюлозы в коре ниже, чем в древесине, а свойства лигнина различны. Тепловые свойства и теплотворная способность аналогичны свойствам древесины. Кора обладает низкой прочностью, что ограничивает ее использование.

**Таблица 2 – Прочность коры на скалывание**

Порода древесины	Прочность на скалывание при W=40%	Плотность в абс. сухом состоянии
Лиственница	1,4	280-480
Осина	1,28	430-530
Ель	1,22	270-730
Пихта	1,2	360-500
Береза	1	590-840
Сосна	0,95	290-650

В РФ кора широкого применения не нашла, но в странах Средиземноморья активно используют кору пробкового дуба. Ее применяют

для изготовления разного рода материалов, но остановимся на следующих.

#### 1. Expanded cork (разбухшая кора).

Ячейки разбухшей корки содержат 50% воздуха, являются водонепроницаемым. Гранулированные пробки помещают в скороварку, нагревают до температуры 300 °С и не контактируют с воздухом. Блоки затем удаляются и охлаждаются. После этого их распиливают до требуемых размеров. После очистки волокна сжимаются в листы.

Приложения для пробковой доски – изоляция стен, полов, потолков, холодильников, труб, дверей. Он также используется для предотвращения образования конденсата, вибрации и вибрации машин, для акустической коррекции и т. д.

Вспененные пробковые плиты производятся в размерах 1000×500 мм толщиной от 10 до 150 мм. В трех разных плотностях.

#### 2. Техническая пробка в рулонах (пробковая подложка).

Обычно выпускается в рулонах шириной 1000 и 1400 мм и толщиной 2 мм; 2,5 мм; 3 мм; 4 мм; 8 мм; 10 мм. Укладывается под ламинат, линолеум, паркетную доску и щитовой паркет, выполняя функцию подложки, снижающей передачу хлопающих звуков от движения по деревянному полу.

#### 3. Техническая листовая пробка.

Техническая пробка в виде листов отличается от рулонной только прочностью материала и размерами. Обычно она представляет собой плиты 940×640 мм толщиной от 2 до 10 мм. Листовая техническая пробка используется для теплоизоляции и звукоизоляции помещений (коэффициент звукопоглощения листовой пробки, измеренный при частоте 2,1 кГц, равен 0,85). Ею изолируют пол, стены, перекрытия, потолок.

#### 4. IsoDecoCork (напыляемое пробковое покрытие).

IsoDecoCork – это продукт состоящий из гранул натуральной пробки – 70%, воды – 20%, целлюлозы – 5% и акриловых полимеров – 5%. После нанесения при высыхании, материал образует эластичное, колеруемое в любой цвет, покрытие.

Исходя из выше сказанного следует, что кору деревьев можно использовать для производства материалов, которые не требуют высокой прочности либо смешивать ее с другими веществами. Тем самым не утилизировать кору, способами захоронения на полигонах или сжигания.

Студ. А.С. Артеменко  
Науч. рук. доц. О.К. Леонович  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)  
**СУШКА ШПОНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ОГНЕСТОЙКОЙ ФАНЕРЫ**

Использование разных материалов в строительстве и дальнейшая эксплуатация жилых зданий актуальное направление в наших реалиях. Поэтому сейчас как никогда актуален вопрос о производстве дешевых и безопасных материалов. Таким материалом может являться огнестойкая фанера.

Цель данной работы заключается в поиске технологических решений для организации производства огнестойкой фанеры.

Технология производства фанеры включает следующие операции: окорка сырья, гидротермическая обработка кряжей, разделка кряжей на чураки, лущение чураков, рубка и укладка шпона, сушка шпона, сортирование сухого шпона, нормализация размеров и качества шпона, нанесение клея на шпон сборка пакетов фанеры, холодная подпрессовка, склеивание фанеры в прессах, послепрессовая обработка фанеры (обрезка и шлифование).

Получить огнестойкую фанеры можно разными способами:

1. Пропитка шпона раствором антипирена, с последующей сушкой в сушилках СТ-Ш, далее нанесение клея на шпон, формирование и прессование пакетов

2. Проклеивание сухого шпона на клеевальцах клеевой композицией содержащей антипирен, формирование пакетов и склеивание их в прессу.

3. Нанесением сухой смеси антипирена на клеевую композицию при прохождении через клеевальцы.

Для большинства производств более актуален будет первый способ, состоящий предварительной пропитки шпона антипирена и последующей сушки в камерах СТ-Ш, характеристика которой приведена в таблице.

Для сушки шпона до влажности  $(10 \pm 2)\%$  (влага плюс летучие) применяют сушилки периодического и непрерывного действия. Наиболее распространенная из них – конвейерная сушилка СТ-Ш.

Внутри сушилка имеет цепной конвейер, к звеньям которого прикреплены рамки для размещения на них (в вертикальном положении) листов шпона. При прохождении через сушилку листы шпона омываются горячим воздухом, циркулирующим поперек камеры. Камера разделена на три участка, в двух из которых циркулирует в про-

тивоположных направлениях воздух для сушки смолы, а в третьем холодный воздух, охлаждающий листы шпона.

**Таблица – Технические характеристики сушилки для пропитанного шпона**

Параметр	СТ-III
Рабочая длина сушилки, м	5
Количество вентиляторов	2
Установленная мощность, кВт	27
Площадь нагрева калориферов, м <sup>2</sup>	86
Расход пара, кг/ч	300
Производительность, лист/мин	350
Температура воздуха, °С	80-90
Скорость движения воздуха, м/с	2
Продолжительность сушки, мин	8-14
Габаритные размеры, м	13,2×4,5×4,6

Температура воздуха в сушилке должна быть 80-90 °С, относительная влажность воздуха 5-15 %, скорость движения воздуха 1,5-2 м/с, время сушки 8-14 мин. Производительность сушилки 260-370 листов/ч. Обслуживают сушилку и клеенаносящий станок 2 человека. При механизации операции подачи листов шпона в стопу, располагаемую на автоматически опускающемся столе, для обслуживания сушилки достаточно одного оператора.

Выводы. 1. Предложенная технологии пропитки и сушки шпона антипиренами может быть использована при проектировании новых производств по выпуску огнестойкой фанеры.

2. Рассмотренный способ получения достаточно производительен, а также автоматизирован. Огнестойкая фанера может быть использована в домостроении, вагостроении, авиостроении.

УДК 692.232.7

Студ. Н.С. Артюкевич

Науч. рук. доц. О.К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **БИОЗАЩИТА ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В климатических условиях Беларуси биологических повреждения и разрушения древесины обусловлены главным образом, ее дереворазрушающими и плесневыми грибами. Развить достоинства грибов, использующих древесину как питательную среду возможно лишь при длительных температурах, влажностных условиях: минимальная температура 0-5 °С, максимальная – 45-60 °С, минимальная влажность древесины 18-20%, максимальная 120-150%. Таким образом, для того,

чтобы защитить древесину от поражения грибами достаточно вывести ее за пределы указанных диапазонов температуры и влажность. Собственно различают следующие методы защиты:

1. Повышение температуры путем пропаривания. Такая обработка обеспечивает кратковременную защиту сырой древесины. Используется для стерилизации лесоматериалов лиственных пород (береза, бук).

2. Понижение температуры, замораживание. Обеспечивает защиту сырой древесины. Имеет место применять при хранении круглых лесоматериалов на складах и перевозки железнодорожным и автомобильным транспортом в зимнее время.

3. Повышение влажности древесины за счет действия или затопления. Это еще один способ сезонной защиты сырой древесины. Его также используют при хранении круглых лесоматериалов на складах в не зимнее время.

4. Понижение влажности путем атмосферной или камерной сушки.

Указанная обработка обеспечивает длительную защиту древесины в условиях, исключающих ее новое увлажнение. Защита древесины за счет понижения влажности является обязательной при получении самых различных изделий.

Наиболее действенным, а значит и тем более применимым методом защиты древесины от биоповреждений является использование токсичных веществ (антисептиков). Этот метод существует в 2-х вариантах: а) антисептирование; б) консервирование.

Антисептирование заключается в нанесении тонкого слоя антисептика на поверхность древесины с целью кратковременной её защиты от поражения грибами в процессе атмосферно сушки, хранения или транспортирования.

Консервированием называется длительная защита древесины от биоповреждений обеспечиваемая её прочностью, т.е. введением антисептиков на определенную глубину в толщу сортифта.

Также антисептики делят на три вида: на водной основе (водорастворимые), на основе пропиточного масла (маслянистые) и на основе органических растворителей (ограникорастворимые).

Антисептики на основе растворителей образует эластичную водостойкую, но при этом паропроницаемую пленку с хорошим защитными свойствами. Такие антисептики хорошо подходят для тех деревянных поверхностей, которые подвергаются постоянному механическому воздействию.

Антисептики на водной основе – это продукты на акриловой основе, без запаха и растворителя. Они пожаробезопасны. Также неплохо наносятся на влажную древесину и обладают отличными свойствами. Но есть одно но: их цвет становится окончательным после полного высыхания, поэтому дизайнеры не очень хорошо относятся к ним, т.к. нельзя предугадать возможный результат.

Зато силиконовые считаются антисептиком нового поколения, который сочетает в себе превосходные качества предыдущих вариантов. Производят этот антисептик из кремния, он не горит и не токсичен при пожаре. Силикон не разлагается со временем и биологически нейтральный, а потому такой состав используется как для внутренних помещений, так и для древесины снаружи.

Выводы. Установлено, что для биозащиты древесины необходимо применять силиконовые антисептики, т.к. данный антисептик защищает древесину не менее 15 лет внутри помещения и не менее 10 лет в открытых атмосферных условиях; не содержат в своем составе вредных для здоровья биоцидов, солей и орграстворителей, полностью экологичны и безопасны; удобны для работы, т.к. покрытие высыхает за 2 часа; возможность нанесения при минусовой температуре (до  $-20^{\circ}\text{C}$ ).

УДК 691.113

Студ. О.В. Павловский

Науч. рук. доц. О.К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БАЛОК LVL ИЗ ШПОНА ХВОЙНЫХ ПОРОД**

Продукция LVL (laminated veneer lumber- брус клееный из шпона) была изобретена в США в 1930-х г. Новый конструкционный материал – брус клееный из шпона – это одна из разновидностей клееной древесины, получаемая путем склеивания листов однонаправленного лущеного шпона хвойных пород. Технология производства клееного бруса позволяет снизить отрицательное влияние естественных пороков древесины, что существенно повышает уровни его показателей прочности.

Рассмотрим технологию производства LVL-бруса: окорка, поперечный раскрой кряжей с одновременным обмером и сортировкой, гидротермическая обработка в закрытых бассейнах проходного типа при температуре  $35\text{--}40^{\circ}\text{C}$ , лущение чураков, сушка шпона в конвективной роликовой 6-ти этажной сушильной камере, «Grenzebach BSH. GmbH» при температуре  $160\text{--}200^{\circ}\text{C}$  до влажности 5%.



Линия сушки шпона «Grenzebach» и линия сортировки шпона «Raute» приведена на рисунке.



**Рисунок – Линия сушки шпона «Grenzebach» и линия сортировки шпона «Raute»**

Сушилка, состоящая из 12 секций, разделена на три температурные зоны. Температурные зоны регулируются независимо друг от друга от контура регулирования величины температуры. Каждая зона сушки состоит из 4–8 отсеков. В ней имеется собственная группа теплообменников и система теплорегулирования. Внутренние стенки и навесные экраны каждой зоны сушки сконструированы таким образом, чтобы поддерживать определенную температуру в данной зоне.

В первой зоне самая высокая температура, а в каждой последующей зоне температура постепенно понижается. Таким образом, максимальное количество тепловой энергии применяется там, где содержание влаги в шпоне наибольшее. По мере продвижения шпона по сушилке, тепло подается более изопренно для обеспечения однородного содержания влаги при одновременной минимизации количества образующихся трещин, расколов и изменения окраски шпона

На щите управления устанавливается заданное значение температуры для каждой зоны. Повышение температуры происходит до тех пор, пока не будет достигнуто заданное значение температуры, затем управление переходит к программе регулирования нагрева сушилки. Температура воздуха в горячих секциях достигает 1920С. На выходе сушилки высушенный шпон подаётся в зону охлаждения, в которой шпон охлаждается до температуры 30 –400С.

После сушки и сортировки шпон выдерживается в стопах в течение 24 часов для установления равновесной влажности.

Форматные листы шпона подаются на линию усования, неформатные и листы шпона с дефектами (около 20% от объема всего получаемого шпона) – на линию вырубki дефектов и ребросклеивания.

После этого готовый материал снова проверяют и сортируют по плотности и качеству. На этом этапе сырьё более низкого качества отбраковывается и направляются на склеивание специальным составом в единое полотно толщиной от 9 до 24 штук с помощью специального пресса. Склеивание листов шпона – основная операция в технологическом процессе производства LVL-бруса. Склеивание LVL-бруса осуществляется способом горячего прессования с микроволновым подогревом, который заключается в уплотнении прессуемого пакета для смачивания склеиваемых поверхностей клеем и быстрым отверждении клея. Правильное нанесение клея на шпон имеет большое технологическое и экономическое значение. После выхода из пресса непрерывная плита LVL проходит через контроль на наличие непроклея, вздутия и на наличие пустот, в результате исключаются попадания брака потребителю. Далее брус распиливают по заданным размерам в бруски, плиты, балки и брус и маркируется.

Вывод. Предложенная технология производства LVL-бруса позволяет эффективно использовать древесину хвойных пород и получить высококачественный строительный материал.

УДК 674.093

Студ. М.И. Сацкевич

Науч. рук. доц. О.К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **ОГНЕЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ**

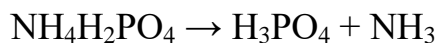
Древесина природный материал с высокими физико-механическими и эстетическими показателями широко используется в строительстве в качестве несущих и ограждающих конструкций домов.

Одним из весомых недостатков является ее низкая огнестойкость.

Решение данного вопроса возможно путем пропитки древесины огнезащитными средствами. Одними из доступных и достаточно эффективными являются защитные средства на основе аммонийнофосфатных соединений. Ниже приводим механизм огнезащиты при применении диаммонийфосфата технического. При нагревании он постепенно разлагается на аммиак и фосфорные кислоты. При 130-140°C протекает процесс



При дальнейшем нагревании моноаммонийфосфат начинает диссоциировать до ортофосфорной кислоты выделяя еще молекулу аммиака:



При температуре близкой к 260°C, ортофосфорная кислота переходит в пиррофосфорную, а при дальнейшем повышении температуры (до 300°C) – в метафосфорную с последовательным выделением воды:



Диаммонийфосфат рекомендуется применять в виде 12-20% -ого раствора в смеси с бурой, борной кислотой.

Вывод. Аммиак, выделяющийся на первых стадиях разложения, образует над поверхностью защищаемой древесины газовую оболочку, затрудняющую поступления к ней кислорода. Образующиеся негорючие, легкоплавкие фосфорные кислоты покрывают волокна древесины защитной пленкой, Особенно хорошо двухзамещенный фосфат аммония защищает древесину от тления после прекращения пламенного горения. Таким образом диаммонийфосфатные соединения обеспечивают огнезащиту древесины.

УДК 557.114:616-006

Студ. А.И. Юрковская

Науч. рук. ст. преп. А.С. Чуйков

(кафедра технологий и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ МЕБЕЛИ**

Дополненная реальность (Augmented Reality сокр. AR) – это технология объединения реального и виртуального миров, когда цифровая информация в виде текста, изображения, видео, звука дополняет объекты и явления физического мира. Простыми словами, дополненная реальность – это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств – планшетов, смартфонов или других, и программной части.

С технической точки зрения технология дополненной реальности работает следующим образом: с помощью алгоритмов визуального поиска или данных GPS распознаются объекты, изображения или локация, и в режиме реального времени эта информация о реальном мире дополняется графикой, аудио или текстовой информацией. В за-

висимости от варианта использования и целевой аудитории возможно использование технологии в браузерах дополненной реальности, мобильных приложениях, приложениях для настольных систем или специализированных устройствах.

Например, студия Notion разработала приложение MetaMirror, которое предлагает по-новому воспринимать телевизионные передачи. С его помощью Вы сможете мгновенно получить полезную информацию. Стоит лишь привести Ваш смартфон или планшет на экран телевизора – и приложение подскажет Вам рецепт приготавливаемого блюда (если Вы пропустили начало передачи), отобразит, какая песня сейчас играет, даст информацию о том, когда и где пройдет ближайший концерт этой группы, а также предоставит много других интересных сведений. Или приложение Easy Feng Shui Phone App. Его назначение – помочь организовать пространство согласно правилам Фэн-шуй.

Приложение просканирует Ваше жилое пространство и с помощью телефонного компаса определит его расположение относительно сторон света. Это даст возможность приложению подсказать Вам, как правильно расположить мебель, в каком секторе лучше разместить домашние цветы и различные предметы интерьера.

Дополненную реальность надо отличать от виртуальной (Virtual Reality, VR). В дополненной реальности виртуальные объекты проецируются на реальное окружение. Виртуальная реальность – это созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через органы чувств. То есть, виртуальная реальность создает свой мир, куда может погрузиться человек, а дополненная добавляет виртуальные элементы в мир реальный. Выходит, что VR взаимодействует лишь с пользователями, а AR – со всем внешним миром.

Если говорить про производство какого-либо продукта, то использование технологии дополненной реальности повышает эффективность его разработки. Вместо того, чтобы вновь и вновь создавать физические прототипы, AR позволяет компаниям использовать виртуальные модели САПР, совмещенные с реальными устройствами. Это экономит время и помогает обнаружить ошибки на ранних этапах проектирования, дает понять, как будет работать очередное усовершенствование продукта.

Также дополненная реальность в производстве помогает визуализировать сложные и требующие особой точности операции, чтобы заранее учесть все нюансы, сэкономить время и уменьшить риски, связанные с переработками.

В мебельной промышленности, технология дополненной реальности чаще всего используется в разных приложениях. В этих прило-

жениях можно размещать изображения мебели на изображении с камеры телефона, но за счет их деформаций у пользователя создается впечатление, что он видит реальный предмет, располагающийся в комнате. Важно, то, что в этом случае реальность (комната) дополняется виртуальным креслом, и соответствующая технология будет называться дополненной реальностью. Создание дополненной реальности возможно не только с помощью смартфонов, но и других технических средств, например, посредством специальных очков.

Рассмотрим приложение от IKEA.

IKEA – один из первых магазинов, внедривших AR в свой каталог продукции. IKEA использует AR-технологии для устранения пробела между восприятием потребителя и реальными характеристиками товара. При покупке новой мебели из дома потребителю трудно визуально представить, как новая кушетка или кофейный столик впишутся в пространство квартиры. AR-технологии помогают устранить этот зазор. В 2013 году IKEA запустила приложение, использующее AR для наложения трехмерных моделей товаров на изображение с камеры в режиме реального времени, с указанием, где покупатель хочет разместить мебель. Затем в 2014 году IKEA выпустила свой каталог с иконками для упрощения визуализации. Потребители просто располагают каталог там, где они хотят разместить предмет мебели. При просмотре в AR-приложении покупатель может увидеть конкретный предмет вместо каталога и понять, нравится он им или нет.

УДК 557.114:616-006

Студ. А.Д. Садовская

Науч. рук. ст. преп. А.С. Чуйков

(кафедра технологий и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММ AUTODESK INVENTOR И БАЗИС-МЕБЕЛЬЩИК ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕБЕЛИ**

Использование программного обеспечения в разы облегчает проектирование моделей, раскрой мебельных листов и изготовление деталей при производстве мебели. Более того, создание мебели с помощью специальных программ ускоряет процесс подготовки комплекта сметной, бухгалтерской и графической документации более чем в 10 раз (по сравнению с ручным трудом).

БАЗИС-Мебельщик – основной модуль системы БАЗИС. Он предназначен для создания изделий корпусной мебели любой сложности, с возможностью автоматического получения полного комплекта чертежей и спецификации. Применение модуля БАЗИС-Мебельщик позволяет со-

кратить время проектирования и технологической подготовки производства изделий в 10–15 раз по сравнению с ручной работой при значительном сокращении количества субъективных ошибок.

Преимущества: простота создания конструкции; установка ящиков; облицовывание кромок; удобство установки крепежа; автоматическое формирование чертежей.

Формирование чертежей по трехмерной модели изделия выполняется автоматически. Создается сборочный чертеж с габаритными размерами и расставленными позициями, а также рабочие чертежи на каждую деталь отдельно.

Autodesk Inventor – это больше, чем 3D. Это программный продукт, позволяющий Вам использовать технологию электронных макетов. Модели деталей и изделий, создаваемые в среде Inventor, представляют собой их точные трехмерные электронные макеты, позволяющие всесторонне изучать поведение изделий ещё в процессе их разработки: анализировать геометрию, получать фотореалистичные изображения, проводить инженерные расчеты.

Использование технологии электронных макетов позволит значительно сократить потребность в опытных образцах, даст возможность выявления ошибок на различных стадиях проектирования и позволит сэкономить время и средства еще до запуска изделия в производство.

С помощью Inventor можно интегрировать инженерные 2D-данные в единую виртуальную модель продукта. Проверка геометрии, оценка прочности и функциональности осуществляется на виртуальной модели еще до запуска реального изделия в производство.

Технология электронных макетов, реализованная в Inventor, поможет повысить качество изделий, снизить расходы на разработку и ускорить их вывод на рынок.

Основные преимущества Autodesk Inventor:

#### *Производительное проектирование*

Inventor предлагает широкий ассортимент средств, упрощающих переход с 2D- на 3D-проектирование и позволяющих получить существенный рост производительности. Простые и удобные средства построения эскизов и возможности непосредственной манипуляции обеспечивают непрерывный рабочий процесс для быстрого исследования и оценки вариантов проекта. Специализированный функционал позволяет существенно ускорить проектирование деталей из пластмассы и листового материала.

#### *Высококачественная визуализация*

Autodesk Inventor предоставляет передовые средства визуализации, создания иллюстраций и анимационных роликов непосредственно в ра-

бочем пространстве. Это предоставляет возможность готовить наглядные и качественные представления будущего изделия на всех этапах работы над проектом. Для упрощения создания фотореалистичных изображений будущего изделия в реальной обстановке служат такие возможности как динамические тени, управление источниками света и библиотека текстур с высоким разрешением.

*Эффективное использование проектных наработок  
Выпуск рабочей документации*

Inventor предоставляет удобные средства формирования рабочей документации и последующей ее передачи в производственные подразделения и поставщикам. Используя имеющиеся в Autodesk Inventor средства выпуска рабочей документации по цифровому прототипу, можно существенно сократить количество ошибок и ускорить разработку продукции. Вы можете максимально эффективно использовать уже существующие, ранее разработанные 2D-чертежи AutoCAD для быстрой подготовки документации в Inventor. Спецификации формируются автоматически и обладают свойством ассоциативности – при изменении проекта в спецификацию также будут внесены изменения. Это исключает простои, вызванные неверным указанием количества деталей, их обозначений и порядка заказа. Их оформление соответствует принятым в промышленном производстве стандартам. Inventor позволяет создавать чертежи в формате DWG на основе 2D- и 3D-проектов, выполненных практически в любой из САПР.

УДК 674.048

Студ. А.А. Данилевич

Науч. рук. ст. преп. С.С. Утгоф

(кафедра технологий и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ  
МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ИЗГОТОВЛЕНИИ  
КУХОННЫХ СТОЛЕШНИЦ**

Современные кухонные столешницы изготавливаются из различных материалов, которые отличаются друг от друга по техническим характеристикам, внешнему виду и, конечно, по стоимости. При изготовлении столешниц к материалам предъявляются особые требования. На рабочую поверхность столешницы приходится большая нагрузка в процессе ее эксплуатации. Для этого столешница должна хорошо мыться, выдерживать значительные механические, тепловые и химические нагрузки, быть устойчивой к влаге, различным загрязнениям, кроме того, гигиеничной и безопасной для пищевых продуктов.

Целью работы является обоснование применения термомеханически модифицированной древесины мягколиственных пород, обладающей улучшенными физико-механическими показателями: твердости, износостойкости и влагопоглощения, в производстве кухонных столешниц.

Следует отметить что использование древесины мягколиственных пород не нашло широкого применения в производстве в связи со сравнительно низкими физико-механическими и эксплуатационными показателями. Исследования, посвященные повышению свойств мягколиственных пород древесины до уровня показателей твердолиственных пород, являются актуальными и важными. В качестве способа улучшения физико-механических свойств древесины научно обоснован и применен метод термомеханического модифицирования.

Рассмотрим основные виды кухонных столешниц и их преимущества и недостатки. Сравним их с предлагаемым материалом: термомеханически модифицированной древесиной ольхи.

Давайте определим, какие бывают столешницы для кухни: из дерева, из ламината и MDF, каменные, из конгломератов, из нержавеющей стали, из закаленного стекла.

Преимущества столешниц из дерева: в столешницах из дерева без особого труда можно вырезать необходимые отверстия для кухонного оборудования и обрезать до нужного размера, такие столешницы могут достаточно долго прослужить – в дальнейшем они просто шлифуются и повторно покрываются акриловым лаком или маслом, большие кухни выглядят «теплее».

Недостатки столешниц из дерева: посуда, которая только с огня, может оставить следы на поверхности, они нуждаются в периодической пропитке лаком или маслом, столешницы из дерева сильнее других подвержены царапинам, могут деформироваться, если сделаны из других пород древесины.

Применяется также изготовление столешниц из ламинированного ДСП. Ламинированная поверхность столешницы гигиенична, влагоустойчива, проста в уходе. При изготовлении столешницы из ламинированной ДСП, есть возможность подобрать любую цветовую гамму. Отличительной особенностью таких столешниц является исключительная долговечность и жаропрочность. Поверхность не теряет цвет под действием солнечных лучей, не требует особого ухода. Кроме того, такая столешница для кухни отличается гигиеничностью, устойчивостью к механическим повреждениям в виде царапин.

Преимущества столешниц из ламината и МДФ: высокая устойчивость к загрязнению, легко отмываются, также хорошая устойчивость и к



химическим веществам, не выцветают при прямом попадании солнечных лучей, легко режутся и монтируются.

Недостатки столешниц из ламината и МДФ: не выдерживают высокую температуру, на поверхности легко остаются царапины, требуется аккуратность в эксплуатации, места распилов нужно обязательно хорошо защищать торцевыми планками.

Еще одним видом материалов для кухонных столешниц является камень. Преимущества каменных столешниц: на каменной столешнице горячая посуда не оставит следов, имеют хорошую прочность поверхности – без опасения можно резать продукты, отличная долговечность, вы увидите, что после длительного периода эксплуатации, они не изменили своего внешнего вида, просто отмываются влажной губкой с необходимым количеством моющих средств, уникальны – богатый выбор всевозможных расцветок, текстур, цветов, поэтому легко можно подобрать лучший вариант под интерьер кухни.

Недостатки столешниц из камня: тяжелы, громоздки, этим усложняется их транспортировка, изготовление каменной столешницы определенного размера и формы обязательно потребует опытного специалиста с необходимым инструментом, каменные столешницы имеют самую высокую стоимость на рынке.

Преимущества столешниц из конгломератов: высокая прочность к истиранию, малая впитываемость поверхности, большая устойчивость к внешним воздействиям агрессивных сред и красителей, простая очистка, достаточно пройти губкой с малым количеством чистящего средства.

Минусы столешниц из конгломератов: нельзя долго оставлять кислотные продукты и жидкости на поверхности, они смогут глубоко проникнуть в структуру, больше, чем каменные подвержены воздействиям высоких температур, например, столешница из кварцевого конгломерата (поддерживает температуру только от  $-5$  до  $+160^{\circ}\text{C}$ ). На них нельзя ставить кастрюли сразу с плиты, также, как и столешницы из камня, обладают высокой стоимостью.

Так же встречаются столешницы из стали и стекла. Преимущества стальных столешниц: большая устойчивость к высоким температурам, устойчивы к жидкостям, мягким химическим средствам, красителям, отлично моются, очень прочные.

Недостатки стальных столешниц: низкая устойчивость к агрессивным средам и истиранию, сильно усиливают звуки ударов о ее поверхность, столешницы стальные нужно насухо вытирать, чтобы не оставалось разводов от воды.

Преимущества стеклянных столешниц: высокая прочность, хорошая устойчивость к царапинам или ударам, их практически не разрушают

химические вещества, кислоты, соки, смогут выдержать высокую температуру, особенно столешница из закаленного стекла, легко очищаются.

Недостатки столешниц из стекла: достаточно высокая стоимость, стеклянные столешницы нужно протирать насухо, чтобы не оставалось разводов от воды.

Проанализировав характеристики всех видов материалов, применяемых для производства столешниц, можно сделать вывод, что основными требованиями к столешницам являются высокая твердость, прочность, термостойкость и возможность качественной уборки. Опираясь на исследования показателей термомеханически модифицированной древесины знаем, что модифицирование повышает такие физико-механические свойства как: плотность, твердость и влагопоглощение.

Таким образом исходя из характеристик термомеханически модифицированной древесины можно сделать вывод, что термомеханически модифицированная древесина подходит для облицовки кухонных столешниц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Изготовление столешниц [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://ssd.su/statji/stolesnicu/11.php> 11 (дата обращения: 01.04.2020).

2. Столешницы для кухни: учёт особенностей эксплуатации [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://ssd.su/statji/stolesnicu/5.php> (дата обращения: 01.04.2020).

УДК 557.114:616-006

Студ. Е.А. Лосик

Науч. рук. ст. преп. А.С. Чуйков

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В настоящее время, всё активнее развиваются технологии, специальные приложения и виртуальная реальность, которые занимают всё больше места в нашей жизни. В том числе их используют и в мебельной промышленности. Виртуальная реальность (Virtual reality, VR) – это созданный компьютером мир, доступ к которому можно получить с помощью специальных устройств. Виртуальная среда полностью заменяет реальный мир, не реагирует на его изменения, при этом пользователь может на нее воздействовать. Для погружения в виртуальную реальность необходимо воспользоваться гарнитурой. В отличие от дополненной реальности человек получает не только визуальный и аудио-опыт. Информация,

предоставляемая VR-устройством, может включать изображение, звук, тактильные ощущения, запах и даже вкус.

Благодаря виртуальной реальности посетители мебельных салонов могут переноситься на производство и увидеть все этапы производства – от получения сырья и раскроя материала до набора фурнитуры, и доставки заказов. Объекты виртуальной реальности обычно ведут себя близко к поведению аналогичных объектов материальной реальности. Пользователь может воздействовать на эти объекты в согласии с законами физики. Именно эти свойства виртуальной реальности помогают покупателям мебели подобрать ее в соответствии со своими предпочтениями и биологическими параметрам, VR позволяет увидеть мебель в «действии», клиент на месте может открыть все шкафчики, выдвинуть полки и даже приготовить завтрак на своей будущей кухне. Так же некоторые компании предоставляют возможность клиентам построить помещение определенных размеров и дополнить их мебелью из своих каталогов, что позволяет их клиенту буквально шагнуть в меблированную им комнату. Благодаря этому потенциальный покупатель сможет до мелочей обустроить виртуальный интерьер и насладиться всеми его элементами в полном объеме.

При посещении производства с помощью VR снижается недоверие к качеству мебели ведь во время экскурсии люди могут осматриваться по сторонам, наблюдая за работой специалистов. Использование виртуальной реальности в мебельной промышленности – это не попытка заменить реальный мир, а средство привлечения новых покупателей и возможность выхода на виртуальный рынок.

УДК 747.012

Студ. Н.Д. Сенченя

Науч. рук. ассист. Е.В. Ручкина

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **РОЛЬ В ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРЬЕРА СТАТИКИ И ДИНАМИКИ**

Разрабатывая дизайн интерьера необходимо выполнить два основных условия: первое – равновесие, второе – единство и соподчинение. Таковы основные законы композиции. Равновесие – это состояние композиции, при котором все элементы сбалансированы между собой. Выделяют статическое и динамическое равновесие. Статическое равновесие – это состояние композиции, при котором сбалансированные между собой элементы в целом производят впечатление ее устойчивой неподвижности, динамическое – состояние композиции, при котором сбалансированные между собой элементы производят впечатление ее движения и внутренней динамики. При создании ди-

намичных или статичных интерьеров следует руководствоваться следующими принципами.

Самая главная характеристика статики – неподвижность. Для статики характерно членение поверхностей по горизонтали и вертикали. Никаких острых углов и наклонных линий. Статичные интерьеры отлично уравнивает симметрия. Например, равномерно распределенная по комнате мебель (два кресла и диван между ними), ковер в центре комнаты (со спокойным симметричным узором), развешенные на одном уровне картины (похожие по сюжету и цветовой гамме, одинаковые по размеру).

С помощью спокойного орнамента обоев также можно подчеркнуть статику интерьера. В этом случае необходимо использовать обои, покрывала или шторы с равномерным рисунком. Отлично подойдут растительные орнаменты, клетка, горизонтальная или вертикальная полоска. Подчеркнет статическое направление наличие множества мягких элементов (подушки на диване, уютные кресла, пуфики, банкетки, ковры, портьеры из мягкой нежной ткани, скатерти, текстильные обои). Мебель подойдет максимально устойчивая, возможно, заниженная. Статический интерьер чаще выполнен в нейтральных пастельных тонах, мебель обычно стандартных цветов (итальянский орех, вишня, бук, ольха, дуб). Глянцевые и хромированные поверхности, скорее всего, будут не уместны, а вот матовые и приятные на ощупь – придутся кстати.

Главное определение динамики – движение. Для динамики характерны кривые или наклонные линии, а также острые или тупые углы. Диагонали и асимметрия – основные динамические приемы. Если присутствуют картины – они, либо разного размера, либо развешены на разных уровнях, либо разные по цветовой гамме. Отлично впишется абстракция или стилизация. Мебель приветствуется нестандартной формы, новинки в области дизайна. Нередко можно обнаружить какой-либо динамичный ритм в оформлении стен, полов, потолков. Декор играет большую роль в формировании динамики. Декоративные элементы здесь хаотичны, привлекают внимание, пробуждают эмоции. Можно использовать асимметричные шторы из нескольких видов тканей. Динамика интерьера часто подчеркнута энергичным цветовым оформлением. Уместны будут яркие кричащие цвета, контрастные сочетания. Мебель можно использовать любых оттенков, хорошо подойдут современные материалы с интересной текстурой и фактурой. Стекланные и блестящие поверхности подчеркнут динамику. Ткани лучше выбирать атласные, гладкие, прозрачные, воздушные. Обычно динамический ин-

терьер несет в себе какую-либо идею, например, «взрыв», «возвышение», «стремление», «спираль», «направление» и др.

Ошибочно полагать, что статический интерьер скучен и непригляден. Статика может быть интересной, рассудительной, подчеркивать статус хозяина, характеризовать его как состоявшуюся личность. Динамику также нельзя однозначно трактовать как буйство и нестабильность. Динамичный интерьер может говорить о целеустремленности, жизнелюбии и оптимизме владельца. Можно сказать, что статика – это чаще классические интерьеры, а динамика – современные. Но и классика может быть динамичной – помпезной, веселой, эмоциональной. Например, классическая гостиная может быть оформлена как просторное место для приема гостей, с ритмичным паркетом и шторами с асимметричным ламбрекеном. Классический интерьер чаще стабилен и уравновешен, но грамотный дизайнер легко справится, если заказчик пожелает, чтобы классический интерьер был динамичным, воодушевлял и вдохновлял на какие-то поступки. Та же ситуация с современными стилями – чаще они динамичны, но при правильном подходе хай-тек, фьюжн, китч и другие стили могут быть вполне статичны.

Вывод. Дизайн интерьера сильно воздействует на эмоциональное состояние людей. Статика и динамика – это два противоположных понятия. Динамика – это скорость, эмоции и возбуждение. Статика – это умиротворенность, спокойствие, размышления. Если вы ищите душевное равновесие после рабочего дня – выбирайте статичные интерьеры. Если не любите сидеть на месте – выбирайте динамичные интерьеры.

УДК 625.731

Студ. Д.Н. Леоненко

Науч. рук. ассист. Е.В. Ручкина

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

### **ТАМБУРАТ: МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕБЕЛИ**

В современном мире существуют тенденции к созданию новейшего дизайна, которые требуют от производителей древесных плитных материалов инновационных решений.

Низкий вес, высокая прочность и широкий простор для реализации дизайнерских идей – вот те требования, которым должны соответствовать современные древесные материалы. Максимальное снижение веса без ущерба для таких показателей, как способность выдерживать большие нагрузки и высокая прочность, а также других характеристик плиты может быть достигнуто в результате создания кон-

струкции плиты типа «сэндвич», в которой средний слой выполнен из ячеистого картона.

В качестве наружного слоя при стандартном изготовлении плиты типа «сэндвич» – *тамбурата* – применяются тонкие ДСтП и МДФ плиты толщиной 3, 4 и 8 мм. Такие облегченные плиты могут изготавливаться с нанесенным на них высококачественным меламиновым покрытием; с грунтовочным покрытием; могут быть облицованы всеми видами декоративных бумажно-слоистых пластиков толщиной от 0,15 до 1,2 мм.

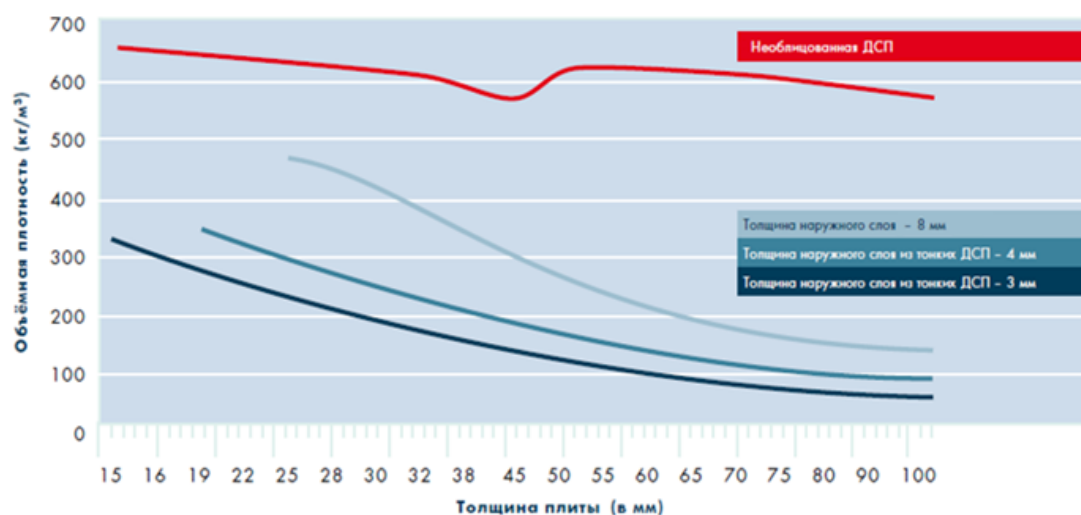
Тамбурат с наружными слоями толщиной 8 мм изготавливается без специальных закладных планок. Почти все виды крепежа можно устанавливать прямо в наружные слои таких плит. Данные плиты выпускаются размером 5610×2070 мм, диапазон толщин – от 32 до 100 мм (стандартные толщины – 38, 50 и 60 мм). В качестве внутреннего слоя используются сотовые заполнители с 15-миллиметровой ячейкой шестиугольной формы. Склеивание наружных слоёв с сотовым наполнителем происходит с помощью клея на полиуретановой основе.

Лёгкие мебельные плиты с наружными слоями толщиной 3 и 4 мм – это по-настоящему лёгкий древесный материал для производства мебели, при обработке которого без проблем можно использовать закладные планки, дюбели и/или опорные кромки. Такие плиты производятся размером 5610×2070 мм. Диапазон толщин составляет 15 – 100 мм. В качестве сотового заполнителя используются шестиугольные 15-миллиметровые ячейки. Склеивание наружных слоёв с сотовым наполнителем происходит также с помощью клея на полиуретановой основе.

В качестве закладных планок для плит с тонкими наружными слоями толщиной 3 и 4 мм могут использоваться следующие:

- закладные планки шириной 10 мм применяются для стабилизации при облицовывании всеми типами кромок;
- закладные планки шириной 38 мм применяются с целью последующего пост- и софтформинга деталей;
- закладные планки шириной 65 мм подходят для использования в тамбурате всех видов фурнитуры.

На рисунке 1 представлен график изменения объёмной плотности в зависимости от толщины древесных плитных материалов, из которого видно, что с увеличением толщины плит, объёмная плотность уменьшается. Так же видно, что самая высокая объёмная плотность у ДСтП.



**Рисунок 1 – График изменения объёмной плотности древесных плитных материалов**

Тамбурат, выпускаемый больших форматов и облицованный бумажно-слоистыми пластиками различных декоров и структур в сочетании, даёт необходимый простор для реализации дизайнерских идей при создании индивидуального стиля. Облегченные плиты обладают теми свойствами, которые присуще традиционным древесным материалам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мебель из тамбурата свойства и применение [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://wood-prom.ru/clauses/mebel/tamburat---mebelnaya-plita> (дата обращения: 23.04.2020).

УДК 747.012

Студ. А.С. Артеменко

Науч. рук. ассист. Е.В. Ручкина

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

#### **ПРИНЦИПЫ ИНТЕРЬЕРА: СИММЕТРИЯ И АСИММЕТРИЯ**

Гармония важна для любой сферы нашего бытия. Создавая интерьер, необходимо стремиться к балансу и равновесию. Гармония в интерьере достигается за счёт применения различных композиционных приёмов. Так, симметрия и асимметрия, использованные в оформлении внутреннего пространства, способны создавать определённые акценты в интерьере.

Для достижения композиционного равновесия необходимо визуально разбить интерьер на две части и уравновесить их между собой [1].

Симметрия в интерьере достигается фактическим повторением элементов по обе стороны от оси. Однако баланс вовсе не требует полного соответствия и зеркальности. Главное сбалансировать равное соотношение между частями целого.

Для создания симметричного равновесия нужно определить центральную точку ровно посередине одной из стен или в центре комнаты. В этой точке будет находиться композиционный центр. Воплощаемая линия, идущая от композиционного центра к точке, расположенной ровно напротив, – это ось, по обе стороны от которой элементы «отзеркаливают» друг друга.

Композиционным центром в гостиной может быть камин или ТВ-стена. Чуть реже – витрина, большая картина, два кресла со столиком или диван. В спальне центром является кровать. В кухне – плита с вытяжкой, обеденный стол или остров. В любом помещении центром могут быть окно, ниша или выступ.

Принципы симметрии в формировании интерьерного пространства чаще всего задействуют в классических направлениях дизайна. Более того, наилучшим образом их удаётся реализовать в просторных помещениях. Для небольших пространств лучше выбрать ассиметричные принципы формирования дизайна интерьера [2].

Асимметрия вовсе не означает хаос. Асимметричные интерьеры имеют определенную упорядоченность, гармонию в деталях. Именно по этому принципу сегодня формируются решения в популярных минималистических стилях, в стилях «модерн» и «Прованс».

При формировании асимметричного интерьера за точку отсчета принимаем все ту же линию «отзеркаливания», расположив ее по центру помещения. Баланс в этом случае будет смещен в ту или иную сторону от центра. Для достижения равновесия можно «обыграть» разницу в высоте предметов мебели, расположив их в порядке убывания, или выбрать композиционный центр, смещенный от срединной точки. За основу необходимо взять принцип золотого сечения: сместить центр в пропорции примерно 60% на 40% [3].

Создавая оформление для интерьерного пространства, важно уделять внимание индивидуальности его владельца, стараясь при этом сохранять общую стилистику дизайна во всех помещениях дома, квартиры или офиса.

Исходя из выше сказанного можем сделать следующие выводы. Симметрия в интерьере создается с помощью парных кресел, витрин,



шкафов, мини-диванов, зеркал, картин, торшеров и др. Кроме того, можно задействовать цвет и отделку, например, повторить одинаковые акцентные фрагменты на обеих противоположных стенах, параллельных центральной оси. Комнатную пропорциональность выбирают все стремящиеся к правильным формам и линиям, комфорту, стабильности и порядку. Однако, чтобы не лишить помещение «души» и естественности, не стоит стремиться к идеальным пропорциям, ведь в мире нет ничего абсолютно одинакового.

Отметим, что асимметрия больше подходит для современных стилей. На асимметрию работают угловые диваны и диагональное расположение предметов мебели. Достичь цели помогает и разноразмерность предметов. Напротив друг друга располагают мебель и декор разной высоты. Но главное, зрительный «вес» комнаты, состоящий из мебели, декора, оттенка стен и других атрибутов, должен всегда сохранять баланс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барташевич, А.А. Основы композиции в дизайне: учеб. Пособие для студентов специальностей «Дизайн (по направлениям)» / А.А. Барташевич, С.С. Гайдук, А.И. Скроцкий. – Минск: БГТУ, 2019. – 146 с.

2. Приемы асимметрии и симметрии в интерьере [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://davidovich.design/blog-post/priyomy-asimmetrii-i-simmetrii-v-interere/> (дата обращения: 23.04.2020).

3. Принципы дизайна: композиционное равновесие, симметрия и асимметрия [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://lpgenerator.ru/blog/2015/11/11/principy-dizajna-kompozicionnoe-ravnovesie-simmetriya-i-asimmetriya/> (дата обращения: 23.04.2020).

УДК 557.114:616-006

Студ. Д.С. Рынкевич

Науч. рук. доц. С.С. Гайдук

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

#### **КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЛЕСТНИЦ**

Удобство изготовления и монтажа лестницы зависит от принятого принципа разрезки на сборные элементы. Следует стремиться к максимально возможному укрупнению элементов. В настоящее время наиболее распространены два варианта разрезки лестниц. В бескаркасных крупнопанельных зданиях используют лестницы из отдельных

маршей и площадок. Площадки опирают на поперечные стены или консоли панелей, а марши - на площадки. В каркасно-панельных зданиях лестницы собирают из одинаковых элементов - марша с двумя полуплощадками.

По способу устройства лестницы могут быть сборные и монолитные. Сборные бывают из мелко- и крупноразмерных элементов

Лестницы из мелкогабаритных элементов состоят из отдельно устанавливаемых железобетонных сборных площадочных балок, сборных железобетонных косоуров, ступеней, железобетонных плит площадок и ограждений с поручнями. Для сопряжения косоуров с площадочными балками в последних предусмотрены гнезда, в которые заводятся концы косоуров. Связь между элементами лестниц достигается, как правило, сваркой закладных деталей. Ступени укладывают по косоурам на цементном растворе. Такие лестницы применяют, где нет крупных сборных изделий, например, для цокольных маршей, при реконструкциях, вестибюлях.

На площадочные балки опирают сборные железобетонные площадочные плиты.

Входы на чердаки могут быть продолжением лестничных клеток или в виде люка со стремянкой, которые выполняются в виде пожарной лестницы.

При ремонте и реконструкции ранее построенных зданий можно встретить конструкции лестниц из каменных или железобетонных ступеней по косоурам и площадочным балкам из прокатных металлических профилей (швеллер или двутавр). Для повышения огнестойкости металлических конструкций их необходимо оштукатурить по провололочной сетке.

На лестницах ограждения устанавливают обычно металлические с деревянными или пластмассовыми поручнями. Деревянные лестницы выполняют по конструкции по косоуру и по тетиве. Косоур опирается сверху, а по тетиве находится между конструкциями.

Стойки ограждения приваривают к закладным деталям ступеней или заделывают на цементном растворе в гнезда, имеющиеся в ступенях.

В деревянных лестницах сопряжение ступеней с тетивой в боковой ее грани осуществляется путем устройства в них пазов, в которые входят концы досок проступей и подступенков.

Лестницы из крупноразмерных элементов получили наиболее распространение в строительстве. Например, площадок и маршей заводского изготовления или маршей с двумя полуплощадками. Сборные элементы крепятся с помощью сварками закладных деталей.

Перед входом в здание устраивают площадку, которую располагают всегда выше уровня земли не менее чем на 150 мм. Это сделано для того, чтобы в помещение не затекали атмосферы воды. Для защиты площадки от осадков устанавливают козырек.

Ступени опираются на специальные стенки, если перед зданием устраивают наружное крыльцо, возведенные на самостоятельных фундаментах.

Входы в подвал делают независимо от основных лестничных клеток и снабжают из одномаршевых лестниц. Наружные входы в подвал решаются в виде одномаршевых лестниц, располагаемых в прямках, примыкающих к наружным стенам здания и огражденных подпорными стенками. Над прямым возводят пристройку со стенами, крышей и входной дверью или же ограничиваются устройством зонта и низкой бортовой стенки.

Пожарные и аварийные лестницы делают из металла. Ступени изготавливают из стальных прутков, а тетивы из швеллеров. Пожарные лестницы на крышу делают прямыми и не доводят до конца уровня земли на 2,5 м. Аварийные лестницы делаются аналогично пожарным, но у них есть дополнительные требования: угол лестниц должен быть не менее 45°, ширина не менее 0,7 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Студопедия [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: [https://studopedia.ru/1\\_2243\\_konstruktivnye-resheniya-lestnits.html](https://studopedia.ru/1_2243_konstruktivnye-resheniya-lestnits.html) (дата обращения: 21.04.2020).

2. Ремонт и строительство [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://remontstroitelstvo77.ru/konstruktivnye-resheniya-lestnic/> (дата обращения: 21.04.2020).

3. Университет высоких технологий. Библиотека [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://tehlib.com/arhitektura/planirovочny-e-resheniya/lestnitsy-ih-vidy-i-osnovny-e-e-lementy/> (дата обращения: 21.04.2020).

## **МЕХАНИЗМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЕДЕННЫХ СТОЛОВ**

Обеденный стол предназначен для комфортного обеда за столом. Но некоторые обеденные столы занимают очень много места в одной комнате. Поэтому и придумали механизмы трансформации. Основное назначение трансформирующей мебели является его экономии площади. Некоторые модели отличаются многофункциональностью и получили популярность у владельцев малогабаритных квартир и не только. Наиболее популярными раскладками являются:

1) Акробат. Этот трансформер представляет собой журнальный стол, который преобразуется в обеденный стол. Принцип действия заключается в каркасе из металла с пружинной осью, а по бокам стола расположены заглушки, позволяющие удерживать выдвижной элемент;

2) Раздвижной механизм. Этот механизм позволяет увеличить площадь стола за счет скрытых в ней секции крепящие под изделие. Если потянуть основные части в сторону, образуется промежуток с боковыми пазами, в которые вставляются дополнительные части;

3) Подъемный механизм. Этот механизм позволяет увеличить высоту стола за счет пружинах или газлифтах.

Ассортимент механизмов транспортирующих столов достаточно разнообразен, и можно выделить конструкцию, которая впишется в любой интерьер. Но также нужно не забывать на что следует обращать внимание. Это на форму стола (распространенные модели имеют форму круга, квадрата, прямоугольника, овала); из какого материала он изготовлен (конструкции должны быть стойкими к механическим повреждениям, прочными, надежными и долговечными, и в зависимости от назначения стола. Например, из ДСП, МДФ, ДВП, керамика, натуральный камень); на конструкцию (откидные, раздвижные, раскладные). Также к подъемным механизмам должны соблюдаться некоторые требования: трансформация конструкций без приложения значительных усилий; плавность хода; надежность; безопасность; отсутствие шума при работе.

Можно выделить достаточно интересные модели обеденных столов с функцией трансформации:

1) стол «Mariana». Этот стол изготовлен из металлического каркаса с матовым покрытием и изготовлен из МДФ. При трансформации его высоту можно регулировать и подбирать его под себя или гостей. Также изменяется его ширина – с 60 до 120 см, и длина – с 110 до 120 см.



**Рисунок 1 – Стол «Mariana»**

2) стол «Дельфин». Этот стол изготовлен из ЛДСП толщиной 2,2 мм. И трансформируется из журнального столика в обеденный стол. Подъемный механизм увеличивает высоту стола – с 45 до 76 см и длину – с 90 до 180 см.



**Рисунок 2 – Стол «Дельфин»**

3) стол «Хьюстон». Этот стол изготовлен ЛДСП, толщиной 1,6 см. Эта модель может трансформироваться из журнального столика в обеденный стол довольно больших размеров.



**Рисунок 3 – Стол «Хьюстон»**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мебельный эксперт [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://mebel-expert.info/stol-transformer-obedennyj-s-podemnym-mehanizmom/> (дата обращения: 20.04.2020).

2. Как выбрать стол-трансформер [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://mixfacts.ru/articles/kak-vybrat-stol-transformer-dlya-kuhni-i-gostinoj-osobnosti-mehanizmov-obedennyh-zhurnalnyh-i-pismennyh-stolov> Дата допуска 20.04.2020 (дата обращения: 20.04.2020).

3. Ваш мебельщик [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://vmk-mebel.ru/mebelnye-gadzhety/mehanizm-transformatsii-stola/> (дата обращения: 20.04.2020).

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

Использование программного обеспечения в разы облегчает проектирование моделей, раскрой мебельных листов и изготовление деталей при производстве изделий из древесины.

Более того, создание мебели с помощью специальных программ ускоряет процесс подготовки комплекта сметной, бухгалтерской и графической документации более чем в 10 раз (по сравнению с ручным трудом).

Сегодня точность раскроя доступна и без применения ЧПУ-станков, достаточно обзавестись персональным компьютером и освоить одну из специальных программ. Какую именно? Предлагаю вашему вниманию наиболее популярные программы.

Программа «Объемник – мебельное предприятие».

При первом знакомстве с программой сразу становится понятным, что программа очень современная и продвинутая. Работает на Windows, MacOS и Linux. Основные компоненты программы: графический редактор; раскрой листовых материалов.

Программа «PRO100».

Программа для проектирования мебели с возможностью её виртуальной расстановки в конкретном интерьере. Оптимальный вариант для работы с клиентом. С её помощью можно составить список всех необходимых материалов и фурнитуры, выполнить детализовку изделия с последующим экспортом в программы раскроя, получить проекции с нанесением размеров и возможностью распечатки в любом удобном ракурсе. Есть возможность работы со сложными деталями: радиусными, ассиметричными, с косыми срезами.

Программа «Астра» – мебельный конструктор.

Программа, специально разработанная для малого и среднего бизнеса. С её помощью можно выполнять проектирование мебельных комплексов или отдельных деталей, сохранять созданные проекты в специальной библиотеке, располагать виртуально мебель в 3D интерьере. Это более дешевый софт с улучшенными функциями раскроя и присадки, но с куда меньшими возможностями дизайнерского плана.

Состоит из модулей: Раскрой; Конструктор; Astra S-Nesting.

Виды программного обеспечения для ЧПУ устройств (профессиональные пакеты САМ).

Программа «Fusion 360».

Программный комплекс создания управляющих программ для станков с ЧПУ, с поддержкой до пяти осей, или 3D-принтеров. Позволяет непосредственно в самой программе создавать чертежи изделия, а также импортировать или экспортировать файлы AutoCAD. По сути, Fusion 360 – полноценный CAD, CAM и CAE комплекс. Функция генеративного дизайна, когда ПО самостоятельно создаёт множество моделей, сравнивает их и выбирает наиболее соответствующие заданию, позволяет тестировать свои проекты на самых ранних стадиях разработки. Огромная библиотека конструкторских решений позволяет существенно ускорить процесс разработки проекта.

Программа «MasterCAM».

Универсальный комплекс продуктов для подготовки 2D- и 3D-моделей для изготовления на станках с ЧПУ.

Фирменный алгоритм Dynamic Motion оптимизирует производительность и увеличивает скорость программирования.

Accelerated Finishing позволяет получить более быструю обработку и гладкую поверхность на некоторых объектах.

Программы «MecSoft» (RhinoCAM, Visual Mill, AlibreCAM).

MecSoft Corporation – один из крупнейших поставщиков CAM-ПО для малых и средних сегментов рынка. Среди его продуктов: VisualCAD/CAM, RhinoCAM™, VisualCAM для SOLIDWORKS® и AlibreCAM®. Это мощные, простые в использовании и доступные по цене решения для производства на заказ, быстрого прототипирования, изготовления инструментов и оснастки, в том числе пресс-форм. Программы компании применимы также в аэрокосмической, автомобильной, деревообрабатывающей и образовательной отраслях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ваш эксперт на рынке 3D-техники [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://top3dshop.ru/blog/software-for-cnc-machines.html#mecsoft-rhinocam-visual-mill-alibrecam> (дата обращения: 19.04.2020).

2. Проект сам [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://proekt-sam.ru/programmy-dlya-proektirovaniya-mebeli/prostye-i-luchshie-programmy-dlya-proektirovaniya-mebeli.html#i-8> (дата обращения: 19.04.2020).

3. В производство: журнал бизнес идей [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: [https://vproizvodstvo.ru/programmnoe\\_obespechenie/obzor\\_kompyuternyh\\_programm\\_proizvodstve\\_mebeli/#astra-mebelnyj-konstruktor](https://vproizvodstvo.ru/programmnoe_obespechenie/obzor_kompyuternyh_programm_proizvodstve_mebeli/#astra-mebelnyj-konstruktor) (дата обращения: 19.04.2020).

## **СКАНДИНАВСКИЙ СТИЛЬ В ДОМОСТРОЕНИИ: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛОВ**

Происхождение стиля. Точной даты возникновения скандинавского стиля не назовет никто. Этот процесс был долгим и занял почти несколько веков, чтобы «набрать обороты». Изначально скандинавские дизайнеры решили создать уникальное направление, которые имело бы исключительно родные черты и отвечало бы требованиям их соотечественников. Начало было положено в конце XIX века. Главным принципом было признано утверждение: «больше красоты в повседневные вещи». То есть несмотря на естественную человеческую тягу к прекрасному, северный народ так и не утратил своей традиционной привязанности к практичности.

Построить дом в скандинавском стиле вполне реально, если учесть все нюансы возведения: четкие геометрические формы; рациональный подбор метража для помещений; экологичный подход к строительству; малоэтажность дома; использование только качественных натуральных материалов; наличие высокого фундамента из камня; большие панорамные окна; отсутствие вычурного декора; минималистичный дизайн.

Достаточно однажды побывать в доме скандинавов, чтобы навсегда влюбиться в эту оригинальную простоту и практичность, в эту душевную и теплую обстановку.

**Таблица – Основные детали скандинавского стиля**

Объекты	Цвет	Материал	Пример
Мебель	оранжевый, белый, серый	кожа, дерево	белый диван из натуральной кожи
Аксессуары	розовый, синий, зеленый	природные материалы	деревянная статуэтка человека футуристического вида
Камин	кирпичный, черный	камень, деревянные балки	камин коричневого цвета, сделанный из камня
Текстиль	синий, серый, бежевый	несинтетические ткани	бежевые льняные занавески

Благодаря перечисленным отличительным особенностям стиля, скандинавское направление получило широкое распространение в странах Европы, в том числе и в Республике Беларусь.



**ОСОБЕННОСТИ ЗОНИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА  
ОБЪЕКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ**

Рестораны и кафе привлекают посетителей не только доступностью цен и вкусными блюдами. Огромную роль играет атмосфера, зависящая от многих факторов: месторасположения и формата заведения, круга интересов клиентов и, конечно же, красивого и стильного интерьера.

Процесс проектирования дизайна кафе или ресторана начинается с изучения фирменного стиля будущего заведения с тем, чтобы интерьер полностью соответствовал национальному колориту предлагаемой посетителям кухни или выбранному тематическому направлению.

Главный зал, называемый клиентским или обеденным, - это помещение в кафе или ресторане, дизайн которого формирует у посетителя первое впечатление.

Одним из дизайнерских приемов по привлечению клиентов является правильное зонирование обеденного зала в ресторане. Большие помещения прямоугольной формы, да еще в придачу с высокими потолками, смотрятся неуютно и больше подходят для проведения банкетов. Данная проблема легко решается путем устройства перегородок и переносных ширм или размещением диванов с высокими спинками. Из огромного количества классических и современных стилей для интерьера выбирают тот, который более всего подходит тематике заведения.

С целью создания креативного и уникального дизайна часто прибегают к эклектике (смешиванию стилей). За основу берут один стиль, выступающий в роли главного, а вокруг него формируют идеи, заимствованные из других стилистических направлений. В результате получается интерьер, приходящийся по нраву клиентам с разными предпочтениями.

Грамотно подобранное освещение в кафе или ресторане придает интерьеру неповторимый образ, создает уютную атмосферу для посетителей. Выбирая светильники и места их расположения, дизайнеры учитывают естественное освещение. Исключение составляют кафе, расположенные в полуподвальных и подвальных помещениях. Если для небольших залов через окна поступает достаточно света ко всем столам, то в больших помещениях столы, расположенные вдали от окон, оказываются в тени. В таких случаях предусматривается искус-

ственное освещение в дневное время при помощи бра или люстр, которые включаются над каждым столиком отдельно.

В проектировании интерьеров кафе и ресторанов за основу расположения мебели принимаются следующие варианты:

- диагональный;
- параллельно-перпендикулярный;
- шахматный;
- вдоль стен (полукабинеты, разделенные высокими спинками диванов или перегородками).

Эти варианты расстановки мебели носят всего лишь ознакомительный характер, а дизайнеры в своем решении, как правило, отталкиваются от формы и размера зала.

В процессе выбора мебели основное внимание уделяется не форме столов, а комфортным сидениям. Зачастую от того, насколько удобно чувствует себя клиент, зависит длительность его пребывания в данном заведении и желание вновь посетить его.

Применение ДСП: различные варианты размещения панелей на стенах позволяет корректировать форму помещения. Вертикальная ориентация ДСП-плит помогает визуально поднять потолок. Горизонтально расположенные плиты расширяют стены.

Применение массива древесины: дерево создает в помещении особую атмосферу уюта и гармонии, а, следовательно, заставит клиента посетить снова данное заведение.

Применение фанеры: по сравнению с другими листовыми материалами для обшивки стен, листы фанеры более легкие, а после финишной обработки специальными лаками проступающая фактура дерева создает приятный декоративный эффект.

Применение MDF: на листах MDF легко выполнять резьбу, что так улучшает внешний вид данных панелей и оказывает большое влияние в положительную сторону на интерьер.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Панда дом [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://pandadom.by/services/dizajn-proekt-obshhestvennyh-pomeshhenij-restoranov-kafe-i-ofisov-2/dizajn-interera-restoranov-i-kafe/> (дата обращения: 19.04.2020).

2. ЭСИЭС [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://esiespro.by/osobennosti-proektirovaniya-kafe/> (дата обращения: 19.04.2020).

3. Архитектурное бюро [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: [https://www.ab-glushkov.ru/uslugi/p2\\_articleid/13575](https://www.ab-glushkov.ru/uslugi/p2_articleid/13575) (дата обращения: 19.04.2020).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
МЕБЕЛИ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

В наши дни люди все чаще интересуются традиционными, экологически чистыми материалами, среди которых первое место, конечно же, занимает древесина. Объяснить такой интерес можно не только экологичностью лесоматериалов, как природного материала, но и тем, что новейшие технологии дают возможность существенно усовершенствовать эксплуатационные характеристики дерева.

Экологические свойства – способность товаров (мебели) не оказывать вредного воздействия на окружающую среду при их эксплуатации. В настоящее время для повышения прочности древесины применяют различные антисептические составы, а для повышения эстетических свойств – современные покрытия, которые могут отрицательно повлиять на воздушную среду. Однако для большинства применяемых материалов нормативной документацией установлен определенный уровень требований к значениям параметров и к характеристикам экологической чистоты и безопасности с целью получения экологически чистых изделий, удовлетворяющих потребителей.

**Химическая безопасность**

Изготовление мебели предполагает использование различных лаков, красок, клея, смол и других компонентов. Так как в основном это продукты химической промышленности, они могут оказывать вредное воздействие на организм человека.

**Радиоактивная безопасность**

Одним из источников скрытой угрозы является радиоактивность. Она может присутствовать из-за наличия радиоактивных элементов в материалах, использованных при изготовлении мебели. Так, радиоактивные элементы может содержать древесина из чернобыльского или некоторых уральских регионов. Экологичность мебели предполагает отсутствие радиоактивности, превышающей естественный фон.

**Механическая безопасность**

Механическая безопасность мебели – это, в первую очередь, отсутствие острых кромок и заусенцев на твердых поверхностях, а также надежность соединений конструкции, креплений зеркал и стекол, исключая их падение.

**Пожарная безопасность**

Пожарная безопасность определяется стойкостью к возгоранию использованных при изготовлении мебели материалов – древесины, кожи, полимерных материалов, а также лаков, красок. Защита мебели от возгорания достигается за счет ее пропитки различными антипиреновыми (огнезащитными) составами, которые подбираются в зависимости от степени горючести пропитываемых материалов. Особенно популярной становится технология создания древесных плит с огнезащитными свойствами. В этой технологии используются фосфор- и азотсодержащие антипирены, выступающие одновременно в роли связующего вещества.

#### Экологичность древесины и древесных плит

Самой низкой экологичностью обладает мебель из ДСтП, поскольку со временем панели ДСП начинают рассыхаться, их структура становится менее плотной, и процесс выделения из них вредных веществ усиливается.

#### Экологичность мягкой мебели

Большое внимание следует уделять экологичности мягкой мебели. Во-первых, она всегда накапливает пыль; во-вторых, «начинка» мягкой мебели чаще всего состоит из синтетических материалов – либо поролона, либо пенополиуретана, небезопасных для здоровья. За несколько лет они разрушаются, выделяя различные вещества (например, фенол, формальдегид), которые попадают в воздух и могут стать причиной многих заболеваний, так как являются опасными канцерогенами. Новая мебель должна появляться в квартире каждые 10 лет. До появления синтетических набивочных материалов мягкая мебель была набита натуральными составляющими: сухими водорослями и паклей, конским волосом и соломой. В наше время такая мебель стоит в несколько раз дороже, чем с искусственными наполнителями.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ЛесПромИнформ [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: [https://lesprominform.ru/uploads/storage/lesprominform\\_128.pdf#page=52](https://lesprominform.ru/uploads/storage/lesprominform_128.pdf#page=52) (дата обращения: 19.04.2020).
2. Экологичность древесины [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://wood-prom.ru/clauses/spravochnyedannye/ekologichnost-drevesiny> (дата обращения: 19.04.2020).
3. Методические основы экологической оценки строительных материалов [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://art-con.ru/node/2709> (дата обращения: 19.04.2020).
4. Экологичность мебели [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://mebel.sppok.ru/Ekologichnost.html> (дата обращения: 19.04.2020).

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «NESTING» В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ**

Понятие «технология Nesting» подразумевает под собой выполнение максимального количества технологических операций на одном деревообрабатывающем центре и получение деталей фактически готовых для последующей сборки изделия.

Nesting переводится от английского словосочетания to nest, означающее «гнездо», «клетка» или «ячейка» и используется в различных промышленных отраслях для обозначения методики раскладки подготовленного материала на одной поверхности для его последующей обработки.

Актуальность использования технологии нестинг на мебельном производстве.

Прежде всего, технология нестинг будет актуальна для крупных компаний, специализирующихся на производстве мебели корпусной большим тиражом и для которых нужно большое количество деталей из ДСтП нелинейного типа.

При необходимости производительность повышается дополнительными силовыми узлами в обрабатывающих центрах, которые обрабатывают плиты MDF или ДСтП.

Если же цех по деревообработке специализируется на малогабаритных заказах, технология Nesting окажет производственным мощностям высокую отдачу при оттачивании не прямых или криволинейных деталей с крайне сложной фрезеровкой. Также, нестинг позволит воплотить в реальность самые смелые дизайнерские фантазии.

Наиболее широко применяется подобная многопроцессорная операция при производстве фасадов из MDF. Таким образом, через установленное время можно получить полноразмерные готовые детали с красивым рельефным рисунком под покраску или специальную облицовку ПВХ-пленкой с помощью обычного станка с ЧПУ.

Достоинства технологии Nesting.

Эффективность использования технологии нестинг выражается, в первую очередь, в сосредоточении большого объема операций технологического цикла в условиях, ограниченных площадью производственных помещений, используемых трудовых ресурсов и времени изготовления конечного продукта. Здесь следует отметить значитель-

ное сокращение затрат на транспортировку, складирование и подготовку материалов для последующих этапов обработки.

Так как обработка ведется на одном оборудовании и от единой технологической базы, возрастает исполняемая точность размеров деталей и сверловки на них. При исправном состоянии обрабатывающего центра, точность будет зависеть только от качества написания нестинг-программ.

Сокращаются затраты на приобретение и эксплуатацию других деревообрабатывающих станков (форматно-раскроечных, фрезерных, сверлильных), в том числе расходы, связанные с их настройкой, обслуживанием и организацией технологического процесса.

Недостатки технологии Nesting.

Относительно низкая скорость раскроя по сравнению с использованием форматных круглопильных станков. С одной стороны, это обусловлено использованием концевых фрез диаметром 10–25 мм, которым приходится перерабатывать в стружку значительно больший объем древесины в широком пропилах. С другой стороны, теряется возможность использования пакетного способа раскроя ДСтП.

Большой объем стружки требует дополнительных затрат для ее своевременного удаления.

При малых объемах заказов могут оставаться крупные остатки плит, для которых потребуется использовать индивидуальные нестинг программы обработки.

Такие операции как горизонтальное сверление и выборка глухих отверстий под фурнитуру с обратной стороны чаще всего невозможны. Поэтому приходится использовать дополнительное оборудование.

При небольших размерах деталей увеличивается процент отходов, так как на каждый пропил расход материала увеличивается на размер, соответствующий диаметру фрезы.

При внедрении процессов Nesting в производство, важно учитывать подобные минусы и решить, готов ли производитель решить подобные проблемы. К тому же, многие недостатки возможно нивелировать благодаря специальным программам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Производство мебели [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://info.ssd.su/news/item.php?id=2588> (дата обращения: 19.04.2020).

2. Мастер МДВ [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://mastermdf.ru/stati/76-chto-takoe-tekhnologiya-nesting-nesting.html/> (дата обращения: 19.04.2020).

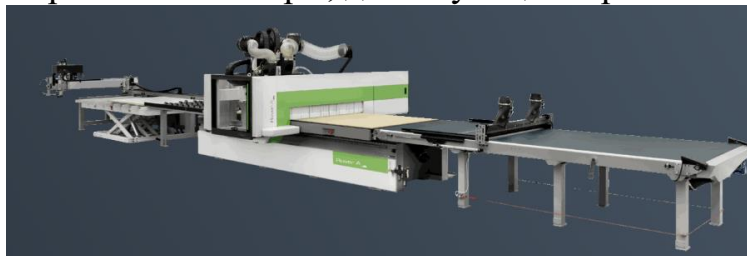
## **ПРОИЗВОДСТВО МЯГКОЙ МЕБЕЛИ ПРИ ПОМОЩИ СТАНКОВ С ЧПУ**

При производстве мягкой мебели используются следующие виды материалов: ДСтП, МДФ, Сосна, Фанера, ХДФ, ДВП, Картон, ЛВЛ.

Наиболее распространенным является ДСтП и сосна, так как на основе данных материалов формируется каркас изделия. ХДФ, ДВП и картон зачастую используется, например, для задней части изделия (задняя стенка кресла).

При производстве мягкой мебели используются сложно-конструкционные станки с ЧПУ.

В качестве примера рассмотрим производство сложного криволинейного элемента на фрезерно-обрабатывающем центре ROVER B. Данный станок получил широкое распространение в европейских странах при производстве мягкой мебели. Данный обрабатывающий центр с числовым программным управлением предназначен для выполнения обработки по способу «Nesting». Под термином «Nesting» понимается оптимизированная обработка заготовок больших размеров для изготовления деталей различных форм, минимизируя отходы материала. Станок состоит из основания, из группы устройств, обеспечивающих позиционирование и фиксацию обрабатываемой детали (рабочая поверхность) и ряда групп, предназначенных для обработки детали (рабочая группа). Рабочую голову можно конфигурировать по желанию, обеспечивая удовлетворение различных требований по обработке. Станок также оборудован системами безопасности, удовлетворяющими требованиям норм, действующих в различных странах.



**Рисунок 1 – Общий вид станка ROVER B**

Характеристики: Автоматическая смазка с аспирационным расходом стружки. Сокращение времени на настройку станка за счет устройства для предварительной настройки, которое автоматически

измеряет длину инструмента. От 8 до 29 агрегатов и инструментов на станке без необходимости в участии оператора в ходе настройки. Ускорение до  $5\text{м/с}^2$ , скорость до 120м/мин за счет увеличения мощности двигателей. Обработка панелей разной толщины и размеров. 2 аспирационных раструба, один наверху разгрузочного конвейера, другой в конце последнего. Многофункциональный узел, размещаемый на  $360^\circ$  ЧПУ, с агрегатами для выполнения обработки специального типа, в т.ч. выборки под замок, под петли, глубокого горизонтального сверления, торцовки и т.д. Неподвижный вертикальный двигатель для дополнительной фрезерной обработки.

Для создания карты раскроя на данном станке мы выполняем действия в следующей последовательности:

Открываем непосредственно саму программу.

Далее, выбираем формат листа для раскроя, из которого мы получим нашу деталь.

После выбора формата листа, мы должны создать образ нашей детали для раскроя.

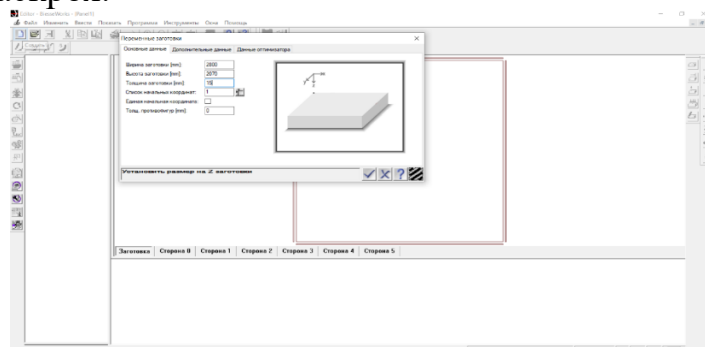


Рисунок 2 – Указание формата листа для раскроя

Затем, указываем необходимые параметры для фрезерования детали (траектория входа/выхода фрезы, угол входа/выхода фрезы, диаметр фрезы, место входа инструмента).

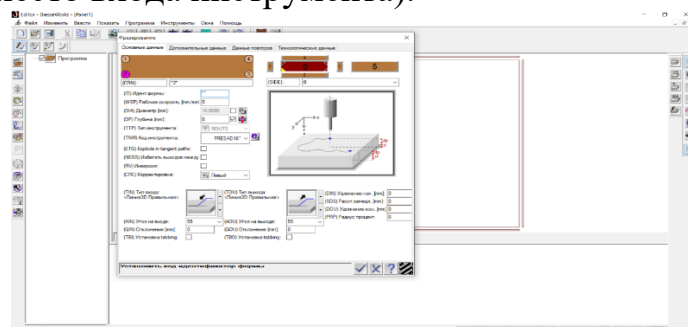
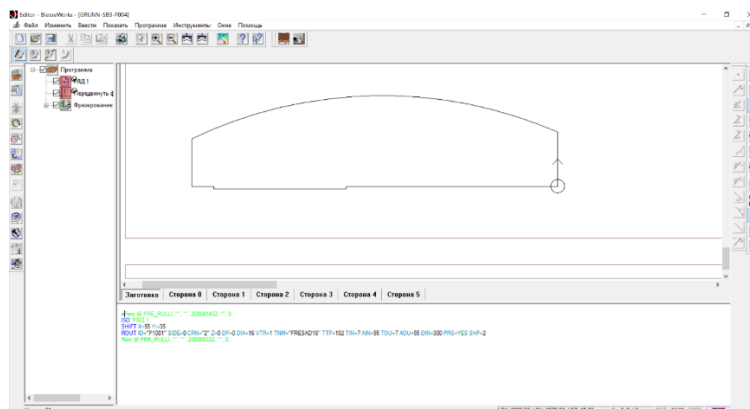


Рисунок 3 – Задание параметров фрезерования

После указания вышеперечисленных параметров и создания линий фрезерования, получаем нашу деталь.



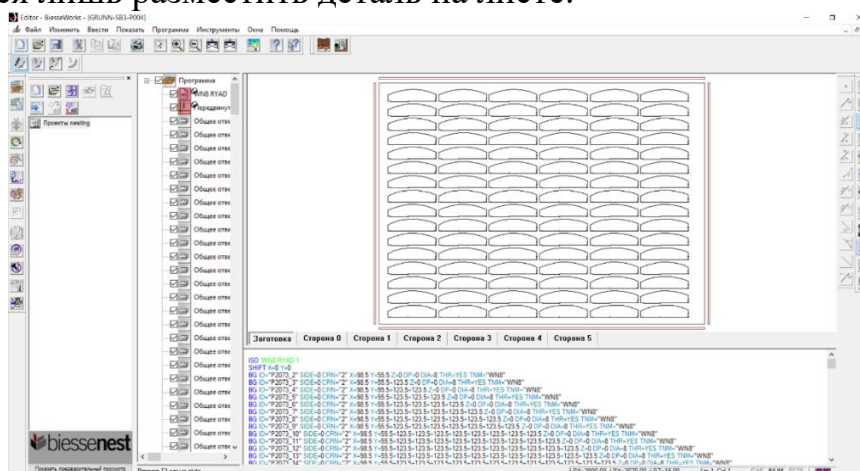


**Рисунок 4 – Деталь для обработки**

После получения эскиза нашей детали, размножаем ее на нашем листе для обработки при помощи специального режима «Nesting».

Финальным этапом перед началом обработки является симуляция нашей программы с помощью встроенного в программе симулятора.

Данная программа достаточно проста в использовании, функциональна, также, формат файла программы позволяет проводить небольшую хитрость, а именно: Если деталь сложная, то ее можно изобразить в AutoCAD или Компас, сохранить в формате DXF, а затем просто при помощи ручного импорта перенести ее в программу, и нам останется лишь разместить деталь на листе.



**Рисунок 5 – Итоговая карта раскроя детали**

Также, у данной программы присутствуют недостатки: порой, функция автоматического размещения детали на листе работает не корректно, и приходится вручную делать данную операцию, также, программная установка прижимных роликов возможна непосредственно на самом ПК оборудования.

## **МАТЕРИАЛЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ДЛЯ ШКАФОВ КУПЕ**

Шкаф-купе – предмет мебели, который позволяет хранить большое количество одежды, обуви, других вещей. С его помощью получается не только эффективно использовать незаполненное пространство, но и зонировать помещение, не забирая лишние метры. Важно понимать, что комплектующие для шкафов-купе должны обладать высоким качеством. В противном случае мебель быстро потеряет свою функциональность и внешний вид.

Выбирать комплектующие шкафов-купе нужно, основываясь на качестве деталей. Жесткость металлических изделий, а также плавность и мягкость хода роликовых систем определяют долговечность и удобство использования предмета мебели. Дверная фурнитура должна выдерживать ежедневную нагрузку, поэтому не стоит приобретать дешевые модели. Важно, чтобы внутреннее наполнение было грамотно распланировано. Необходимо обращать внимание на материал изготовления всех компонентов. Также нужно учитывать следующие рекомендации: размер направляющих должен соответствовать габаритам шкафа и длине створок; ролики обязаны обеспечивать плавный и бесшумный ход; доводчики нужно выбирать такие, которые будут без проблем выдерживать вес дверного полотна; уплотнители не должны давать усадку, оставлять следы на поверхности.

При выборе основных составляющих нужно обращать внимание не только на качество материала, но и на репутацию производителя. Конструкция прослужит длительное время, если компоненты будут подобраны в соответствии с размерами изделия. Также нужно знать правила эксплуатации шкафов-купе. Правильный выбор модели позволит осуществить даже самый сложный проект.

Раздвижные системы. Детали раздвижных систем можно приобрести по отдельности, также существуют наборы. Они бывают опорными или подвесными. Первый вариант раздвижных систем включает ролики с двумя направляющими и профиль для рамы. Он легко монтируется и отличается высоким уровнем надежности. Используется этот тип раздвижной системы, если двери имеют большой вес. Подвесная фурнитура состоит из верхней направляющей, роликов, стопоров. Профиль при этом фиксируется на верхней крышке корпуса или крепится непосредственно к потолку. В комплектацию шкафа-купе входят соединительные элементы, а также заглушки. Что касается материалов изготовления профилей для

дверных полотен, то это могут быть алюминий, пластик, сталь. Каждый материал имеет свои особенности.

Ролики. Ролики – конструктивный элемент, обеспечивающий движение дверей шкафа-купе. Они не позволяют полотну самовольно скользить по направляющей, а также облегчают процесс открывания-закрывания. Движения при этом плавные и практически бесшумные. Ободки роликов изготавливают из пластика, резины, тефлона или стали. Ролики бывают асимметричные и симметричные. Первый вариант используется для движения дверного полотна по нижнему направляющему профилю. Для второго характерно крепление колесиков с нижней и верхней стороны. Он предназначается для стеклянных, зеркальных или пластиковых панелей.

Уплотнитель. Уплотнитель необходим, чтобы скрыть зазоры между дверным полотном и рамой. Крепится он на боковую часть створок, обеспечивая плотное прилегание к корпусу. Существует несколько видов изделия. Универсальное. Применяется в случае монтажа тяжелых дверей. Силиконовое. Щеточное. Оно представляет собой ворс, закрепленный на клейкой ленте.

Стопор и разделитель. Разделитель чаще применяется в дизайнерских моделях. Он изготавливается из стекла, ДСП. Толщина этого фрагмента бывает разной. Стопор – компонент, который фиксирует дверное полотно шкафа-купе в нужном месте, обычно делается из стали. Устанавливать деталь необходимо в нижний направляющий профиль.

Дополнительные элементы. Мебельный комплект полезно будет дополнить некоторыми практичными деталями. Не лишней будет антресоль для хранения вещей, к которым не требуется постоянный доступ. Кроме того, в шкафу могут присутствовать такие дополнительные компоненты:

Полки. Бывают выдвижные или фиксированные. Расстояние между ними составляет около 30 см.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мебельный портал [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://mblx.ru/shifoner/razdvizhnye/442-komplektuyushchie-dlya-shkafov-kupe.html> (дата обращения: 19.04.2020).

2. Мебельный совет [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <https://mebel-sovet.ru/shkafy/kupe/600-komplektuyushchie> (дата обращения: 19.04.2020).

3. Сделаем мебель сами [Электронный ресурс] // Современные технологии. Москва, 2020. URL: <http://www.sdmeb.ru/shkafy-kupe/material-dlya-shkafa-kupe.html> (дата обращения: 19.04.2020).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D ПЕЧАТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Перспектива к лучшему заставляют человечество создавать новые технологии, а также модернизировать уже существующие. Прогресс постоянно движется, с каждый год появляются новые изобретения и технологии, которые позволят не только упростить жизнь человека, но и разнообразить развитие и обучение. Одной из быстро развивающихся областей современного мира является 3D технология.

Еще 10 лет назад технология 3D-печати не имела большой известности и обширного применения, однако в настоящее время она стремительно развивается. В частности, наблюдается прорыв в материалах, используемых для 3D-печати, — появляются экологически чистые материалы. Сегодня современные технологии 3D-печати активно внедряются во многих отраслях экономики, в т. ч. в медицине, промышленности (автомобилестроение, авиация и космос, военно-промышленный комплекс и др.), архитектуре, науке и т. д.

Развитие технологий 3D-печати и их высокая перспективность делает особенно актуальным вопрос их применения при проектировании дереворежущего инструмента, так как деревообрабатывающая промышленность диктует усовершенствование дереворежущего инструмента. Это позволит удешевить изготовление прототипа инструмента и его апробацию, что является немаловажной задачей в сфере деревообработки.

Преимущества устройств для 3D печати по сравнению с обычными методами создания моделей — быстрая скорость, простота создания и низкая стоимость. Так, создание модели традиционным методом может занять несколько недель или даже месяцев в зависимости от сложности продукта, в результате чего затраты на разработку и время изготовления продукции существенно выше, чем при использовании 3D-печати.

Использование технологий 3D-печати открывает быстрый путь к итеративному моделированию, что позволяет создавать 3D-части дереворежущего инструмента, печатать их, тестировать и оценивать. Если инструмент не работает, вторая попытка не является проблемой. Поэтому использование технологии 3D-печати неизбежно приводит к увеличению доли инноваций в новых проектах дереворежущего инструмента. Наиболее точно смоделированные прототипы инструмента с использо-

ванием 3D-технологии, позволят оценить ее правильность, воспроизведя продукт в реальном материале.

В качестве расходного материала можно использовать ABS-пластик. ABS (акрилонитрилбутадиенстирол, АБС) — это ударопрочная техническая термопластическая смола на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом. Этот пластик непрозрачный, легко окрашивается в разные цвета.

К достоинствам данного пластика можно отнести: долговечность, ударопрочность и относительная эластичность, нетоксичность, влаго- и маслостойкость, стойкость к щелочам и кислотам, широкий диапазон эксплуатационных температур. Печать дереворежущего инструмента с применением ABS-пластика позволит провести апробацию прототипа, для его дальнейшего усовершенствования.

Также в современном мире для 3D печати используют металлический порошок. Современные технологии позволяют получить порошок для 3D-печати металлом с определенными свойствами для решения конкретных производственных задач. А так как распылению можно подвергнуть практически любые металлы, то и номенклатура металлических материалов для 3D-принтеров чрезвычайно обширна. Достижения металлургии в полной мере реализуются в аддитивном производстве, позволяя использовать уникальные сплавы для изготовления геометрически сложных изделий повышенной точности, плотности и повторяемости. 3D-печать металлами обладает серьезным потенциалом для повышения эффективности производства в деревообрабатывающей отрасли промышленности. Применение металлического порошка, для печати дереворежущего инструмента позволит ускорить сам процесс и сократит расходы на проект и его изготовление.

Основные преимущества 3D-печати металлами:

- высокие показатели плотности: в 1,5 раза выше, чем при литье;
  - возможность создания миниатюрных и геометрически сложных объектов и других неповторимых форм в виде закрытых бионических структур;
  - широкий выбор металлических сплавов, как стандартных, так и специальных;
  - сокращение циклов производства и ускорение выхода готовой продукции.
- Подогреваемый стол не обязателен
  - Высокая прочность

**Выводы:** В результате исследования были выделены следующие преимущества внедрения технологий 3D-печати при проектировании дереворежущего инструмента:

- 1) увеличение научного потенциала при проектировании инструмента;
- 2) возможность для будущих поколений реализовывать свои идеи намного эффективней, чем это происходит сейчас;
- 3) значительное повышение инновационной конкурентоспособности на мировом уровне;
- 4) существенное ускорение и удешевление этапов прототипирования и экспериментального тестирования.

Таким образом, используя системы автоматического проектирования и 3D-принтер, можно разработать и напечатать недостающие или сломанные детали дереворежущего инструмента, а также создать готовый инструмент, обладающего необходимыми функциональными возможностями с целью применения его деревообрабатывающей отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Салахов, Р. Ф. Возможности 3D-печати в образовательном процессе / Р. Ф. Салахов, Р. И. Салахова, З. Н. Гаптраупова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2017. – № 6 (72), ч. 2. – С. 196–198.
2. Усенков, Д. Ю. 3D-печать: как это работает? // Мир 3D. – 2014. – № 3 (17). – С. 3–17.
3. 3D Printing in Education: Where Are We Now and What Does the Future Hold? [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.officexpress.co.uk/3d-printing-in-education-where-are-we-now-and-what-does-the-future-hold/>. – Date of access: 05.04.2020.
4. IDC: мировой рынок 3D-печати в 2018 году вырастет до 12 миллиардов долларов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.computerworld.ru/news/IDC-mirovoy-rynok-3D-pechati-v-2018-godu-vyrastet-do-12-milliardovdollarov>. – Дата доступа: 05.04.2020.
5. 3D-печать металлами [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/company/top3dshop/blog/400731>. – Дата доступа: 05.04.2020.

## **АНАЛИЗ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Ленточнопильное оборудование по дереву – устройства, предназначенные для распиловки изделий из древесины. Эти приборы были изобретены французскими инженерами в 1866 г. Ленточные пилы устанавливаются в столярных мастерских и в производственных цехах, где осуществляется выпиливание деревянных заготовок.

Одно из главных различий всех ленточных станков заключается в расположении рабочего элемента. В зависимости от того как расположена ленточная пила станки бывают двух видов:

1. Вертикальные (рисунок 1) станки с таким расположением пилы подвижной является только консоль с рабочим элементом. Устройство малогабаритных же вертикальных станков выглядит иначе – фиксируется лишь пильная рама, при этом заготовка может свободно перемещаться. Так же на данных станках можно выполнять криволинейный распил.



*Вертикальное расположение*



*Горизонтальное расположение*

**Рисунок 1 – Типы ленточнопильного оборудования**

2. Горизонтальное расположение применяется, как правило, в крупногабаритных, мощных станках. Они могут использоваться для резки твердых пород и даже мерзлой древесины. Кроме того, станки с горизонтальным расположением пилы зачастую применяются для резки металла.

Надо сказать, что встречаются ленточные станки по дереву с наклонным расположением (рисунок 2), но они являются редкими, предназначенными для сложных и некоторых специфических операций.



**Рисунок 3 – Оборудование с наклонным расположением шкивов**

По степени автоматизации:

- автоматы: работают на крупных поточных производствах. Заготовки перемещаются транспортерами и электротисками. Самые длинные бревна подаются в два захода;
- полуавтомат: более распространенный в мебельной промышленности тип оборудования. Работа пильной рамы и тисков контролируется автоматикой;
- ручные: материал подается вручную, также происходит и управление распилом. Ленточные пилы по дереву с ручным управлением подходят для небольших мастерских и любителей.

По виду ленточного полотна оборудование делится:

- с узкими пилами (2–6 см) – относятся к категории малопроизводительного оборудования для малых и средних цехов, индивидуального пользования;
- с широкими пилами (10–30 см) – высокопроизводительное используется на лесозаготовках и больших мебельных производствах. Оно способно обрабатывать стволы толщиной до 100 см, любой степени плотности.

Существует более узкая классификация, основанная на мощности и габаритах ленточнопильных устройств:

- столярные ленточнопильные станки – специально созданы для небольших работ в столярных цехах и мастерских;



- делительные — используются в мебельной промышленности для роспуска на отдельные пласти деревянного бруса;
- бревнопильные — самые мощные и большие, работают на лесопилках и производят первичную обработку бревна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий. В.В. Амалицкий, В.И. Санев Москва «Экология» 1992.

УДК 621.865.8:674

Студ. Савченя А.А.

Науч. рук. канд. техн. наук Гаранин В.Н.

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **ОБЗОР ЛУЩИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В представленной работе исследуем типы луцильного оборудования, которые могут быть использованы на предприятиях Республики Беларусь для получения лущеного шпона.

В зависимости от длины чурака луцильные станки бывают легкого типа (длина чурака до 900 мм, например ЛУ-9) (рис. 14), среднего типа (длина чурака до 1900 мм, например ЛУ 17-4 и ЛУ 17-10), тяжелого типа (длина чурака более 1900 мм — финские станки «Рауте», итальянские «Кремона» и др.). Сверхтяжелые станки с длиной ножа более 3000 мм в нашей стране не используются. В техническую характеристику станка входят:

- длина чурака (максимальная и минимальная);
- диаметр чурака (для легких и средних станков — до 700 мм);
- диапазон толщин шпона;
- мощность электродвигателей;
- скорость вращения шпинделей и т. д.

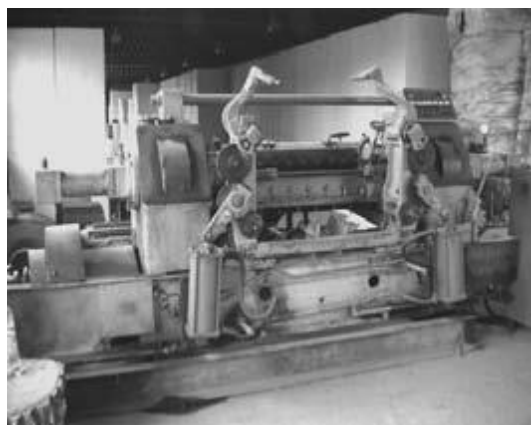
Станки российского производства имеют три скорости вращения. Скорость вращения увеличивается с первой до третьей с уменьшением диаметра чурака. В зарубежных станках увеличение скорости происходит не ступенчато, а плавно. Это необходимо для того, чтобы скорость резания была постоянной.

Основными узлами луцильного станка (рисунок 1) являются станина (литая или сварная), суппорт, шпиндельные бабки, центrovочно-загрузочное устройство, ограничитель прогиба чурака.

Суппорт предназначен для крепления ножа и прижимной линейки и перемещения их по направляющим. Суппорт состоит из двух частей: ножедержателя и травесы прижимной линейки, соединенных

между собой шарнирно. В шпиндельных бабках размещены приводы шпиндельных узлов. Центровочно-загрузочным устройством (ЦЗУ) производится центровка чурака, т. е. совмещение оси чурака с осью вращения шпинделя. В импортных ЦЗУ применяется базирование по трем точкам; в отечественных — по четырем.

После центровки чурак рычажным механизмом подается в станок и зажимается кулачками шпинделей.

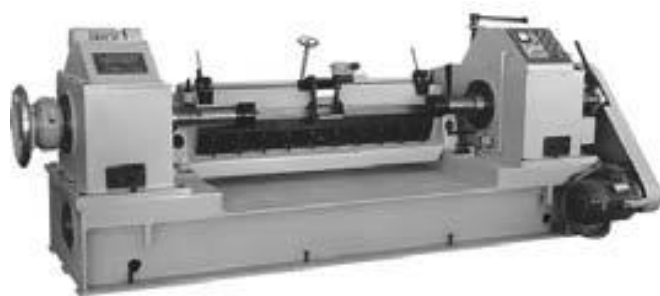


**Рисунок 1 – Луцильный станок ЛУ-9**

Ограничитель прогиба – два вращающихся ролика – поджимает чурак в конце лущения, когда диаметр его становится маленьким. Основными механизмами луцильного станка являются привод вращения шпинделей, привод рабочей подачи суппорта, механизм ускоренного перемещения суппорта, механизм зажима чурака. Привод рабочей подачи суппорта осуществляется от того же привода, что и вращение чурака, и включает в себя коробку передач со сменными шестернями. Толщина шпона определяется скоростью подачи суппорта. Механизм ускоренного перемещения суппорта, имеющий возможность реверса, позволяет быстро подводить суппорт к чураку и отводить в первоначальное положение после лущения.

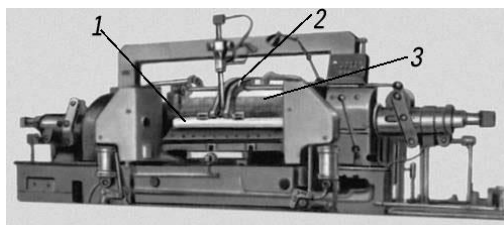
Зажим чурака осуществляется путем осевого перемещения шпинделей. В ЛУ-9 шпиндель зажимает чурак с помощью ходовых винтов с одной стороны. В станках ЛУ 17-4 и ЛУ 17-10 зажим чурака осуществляется гидроприводом одновременно с двух шпинделей.

ЛУ 17-10 имеет телескопические (двойные) шпиндели. Перед началом лущения чурак для избегания прокручивания зажимают одновременно наружным шпинделем (большого диаметра) и внутренним (меньшего диаметра). В процессе лущения наружный шпиндель отводится и зажим чурака осуществляется только одним внутренним шпинделем. С применением двойных шпинделей уменьшается диаметр остающегося карандаша.



**Рисунок 2 – Луцильный станок с телескопическими шпинделями**

В настоящее время (рисунок 3) наиболее широко применяются луцильные станки марок ЛУ 17-4, ЛУ 17-10, СЛ-1600 (Россия); SF 2350 (Италия); Токио Плитвуд МК (Япония); MQW2314/35B2 (Китай).



ЛУ17-4



ЛУ 17-10



СЛ-800



MQW2314/35B2



СЛ-1600

**Рисунок 2 – Луцильное оборудование различных производителей**

Таким образом, существует большое разнообразие луцильного оборудования, которые можно использовать в фанерном производстве. Каждое оборудование обладает своим достоинством и недостатком в конечном итоге сказывая на экономической эффективности производства лушеного шпона в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <https://extxe.com/6627/tehnologija-izgotovlenija-lushhenogo-shpona/>

## **АНАЛИЗ ШЛИФОВАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСНОГО МАТЕРИАЛА**

Целью данной работы является проведение краткого анализа шлифовального оборудования, используемого на предприятиях Республики Беларусь для обработки древесины и древесных материалов.

Шлифование представляет собой технологический процесс, который заключается в ручной или механизированной обработке твердого материала: стекла, металла, гранита, дерева и многого другого. На протяжении многих лет подобным образом проводилась обработка дерева, которое использовалось при обустройстве дома или при решении других задач. Шлифовальный станок по дереву представляет собой специальную конструкцию, которую можно создать своими руками или приобрести у производителя, который специализируется на выпуске подобного оборудования. Чем меньше показатель шероховатости, тем более приятна она на ощупь. В зависимости от того, какая поверхность, используется различный тип обработки поверхности. Своими руками можно создать конструкцию, которая используется в быту, промышленные станки обладают характеристиками, позволяющими налаживать многосерийное производство.

Существует следующие виды абразивной обработки.

Плоское шлифование выполняется для шлифования сопряженных или одиночных плоских поверхностей. Своими руками провести обработку можно при использовании ручного инструмента, но он будет полезен только дома.

Ленточный тип абразивной обработки проводится довольно часто. Данный метод используется для финишного шлифования сопряженных и плоских поверхностей. Добиться результата, который можно достигнуть при использовании ленточного оборудования, при работе с использованием ручного инструмента своими руками практически невозможно.

Провести круглое шлифование можно при использовании специальных станков по дереву. Характеристики подобной конструкции определяют возможность получения цилиндрической и конической поверхности.

Можно выделить несколько типов станков, которые могут использоваться для финишной обработки дерева. К наиболее распространенным можно отнести:

Дисковые или тарельчатые – один из самых распространенных вариантов исполнения. К особенностям конструкции можно назвать использование специального диска, к которому проводится прикрепление абразивного материала. Дисковые могут использоваться для производства большого количества различных операций. Именно поэтому тарельчатый тип станков по шлифованию дерева встречается крайне часто.

Тарельчатый вид применяется для зачистки поверхности заготовок, которые имеют форму шаров, цилиндров и конуса. Своими руками можно сделать подобный станок небольших габаритных размеров. Компактность определяет возможность установки на верстаке в домашних условиях. Производительность этого вида станков очень высока, так как имеют мощный электродвигатель. Для его использования не нужно обладать определенными навыками.

Ленточные используются на протяжении последних нескольких десятилетий. К особенностям конструкции можно отнести невысокую цену и высокую производительность. Шлифование проводится при помощи специальной абразивной ленты, которую следует заменять при истирании.

Провести регулировку степени натяжения можно своими руками. Для того чтобы повысить устойчивость абразива к истиранию его изготавливают при использовании графита. Этот момент значительно повышает цену ленты, но изготовить ее своими руками нельзя. Фиксация проходит при помощи резиновых роликов, которые контролируют движение ленты.

Существует барабанный тип станка. Используется барабанный станок для шлифования длинных плоскостей: щитов, реек, досок и так далее. Процедура придания поверхности необходимой шероховатости проводится барабаном или цилиндром.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Амалицкий, В.В. Оборудование отрасли: учебник / В.В. Амалицкий, Вит. В. Амалицкий. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 584 с.
2. Справочник мебельщика. Под ред. В.П. Бухтиярова. «Лесная промышленность», 1976. – 336 с.

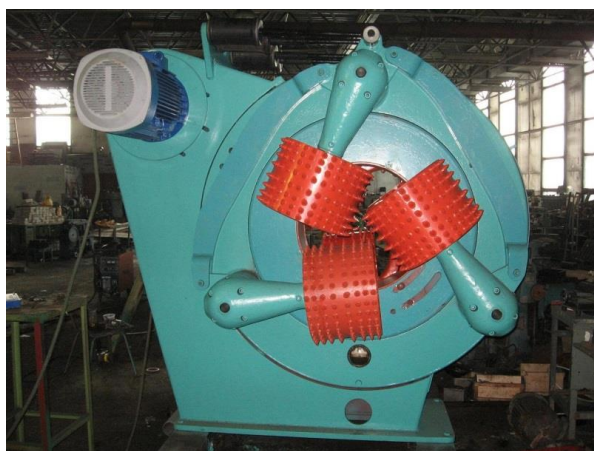
## **ОКОРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

Целью данной работы является предоставить краткую информацию по окорочному оборудованию, используемого на предприятиях Республики Беларусь для подготовки лесоматериала для раскроя.

Основными технологическими операциями подготовки материала к раскрою являются окорка и сортирование их по распиловочным группам. Окорочные станки можно устанавливать в лесопильном цехе или в автоматизированных линиях сортирования.

Для окорки пиломатериала различных размеров с различными температурно-влажностным состоянием коры и древесины выпускаются одно- и двухроторные станки. Однороторные станки для окорки свежесрубленной древесины хвойных и лиственных пород, а двухроторные – для чистой окорки или окорки с зачисткой остатков сучьев. Для качественной обработки бревен требуется дополнительная обработка, связанная с механическим разрушением коры или термообработкой.

При окорке бревен в зимний период возникают трудности при подаче в окорку сплавной древесины, на поверхности которой имеется лед, песок, ил, обладающие абразивными свойствами и вызывающие интенсивное изнашивание окорочного инструмента. При этом снижается качество окорки и уменьшается производительность на 60...70%. Чтобы устранить этот недостаток, на лесопильных предприятиях устанавливают бункерные окорочные агрегаты для предварительной окорки древесины для предварительной окорки [1].



**Рисунок 1 – Окорочный станок ОК-66м**

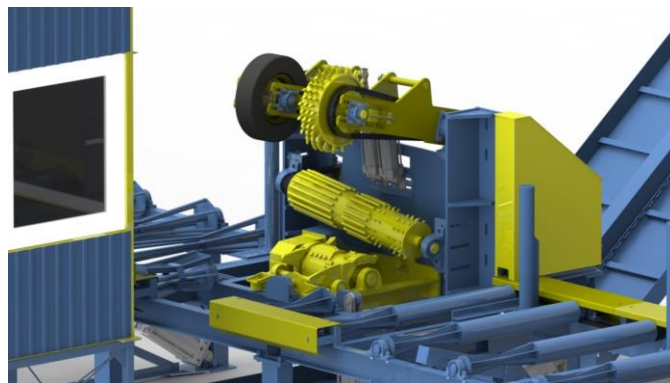


Рисунок 2 – Окорочный станок ОС-600

Таким образом, наибольшее распространение на предприятиях Республики Беларусь получили окорочные станки роторного типа, обеспечивающие максимальную производительность процесса подготовки бревен к раскрою.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев Ю.А. и др. «Справочник по лесопилению» 1991.

УДК 621.865.8:674

Студ. Митуневич А.В., Шляжко А.Л.

Науч. рук. канд. техн. наук Гаранин В.Н.

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТОРСИОННОГО ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Целью данной работы является разработка способа измерения колебаний фрезерного инструмента, совершающего высокоскоростную механическую обработку древесины.

#### **Общие сведения**

При работе адаптивного насадного фрезерного инструмента (приспосабливаемого к обрабатываемому материалу) необходимо следить за его колебаниями, благодаря которым появляется возможность улучшить качество получаемых поверхностей и снизить нагрузки, действующие на режущие части.

Сложность, связанная с малым временем взаимодействия ножа инструмента с древесиной, не позволяет использовать распространенные и недорогие средства измерения. По этой причине предлагается использовать бесконтактный метод измерения с использованием рефлекторных датчиков с малым временем реагирования (рис.1). Датчики помогают решать задачи, связанные с управлением технологиче-

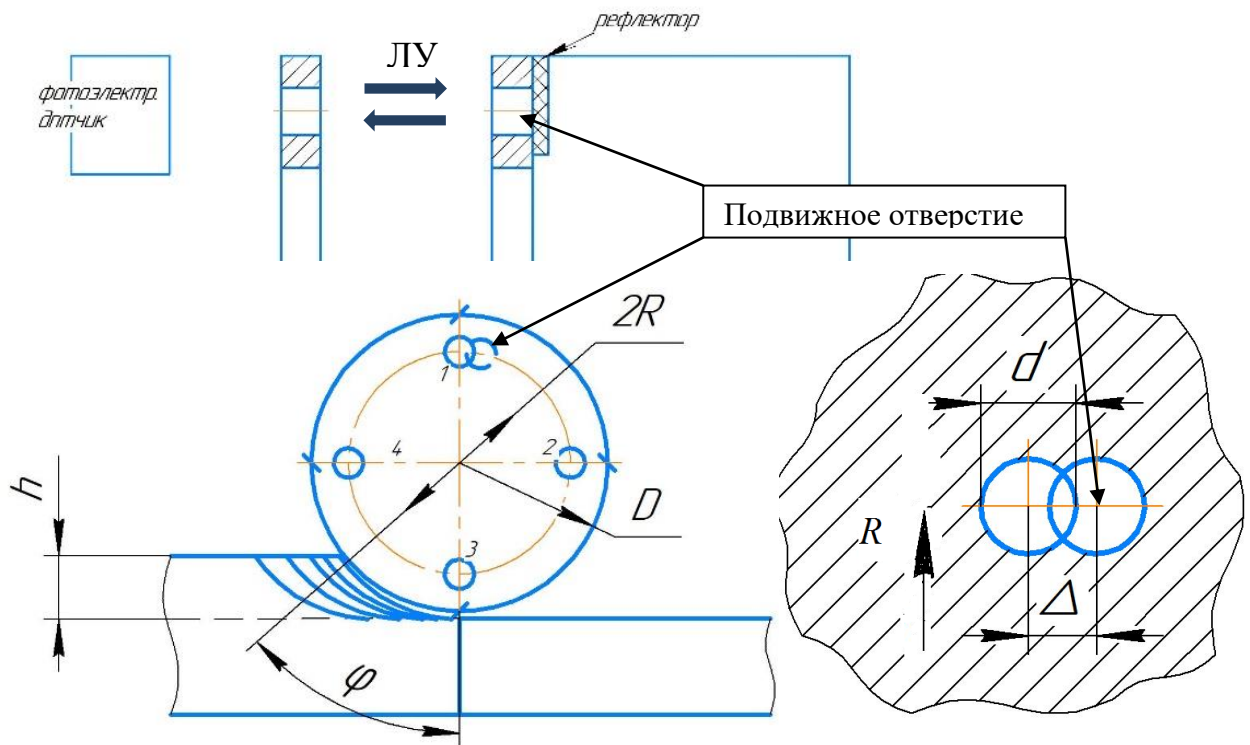
скими процессами производства, где необходимо осуществлять обнаружение, позиционирование или просто подсчет тех или иных объектов.



**Рисунок 1 – Фотоэлектрический датчик**

В общем виде, колебания подвижной части инструмента по отношению к неподвижной предлагается измерить путем пропускания луча света через отверстие с частотой опроса, равной частоте вращения инструмента (рис. 2).

Датчик состоит из двух частей – излучателя и рефлектора (рис. 2). Приемник и излучатель находятся в одном корпусе, который неподвижно крепится с одной стороны исследуемого места, а с другой стороны устанавливается рефlector (отражатель). Различные отражатели позволяют использовать датчики такого типа на разных расстояниях, кроме того чувствительность приемника может иногда регулироваться.



**Рисунок 2 – Предлагаемая схема измерения**



Время реагирования датчика определяется зависимостью (1)

$$t = \frac{(d-\Delta)}{\omega * R} \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр отверстия, через который луч попадает на рефлектор, м;  $\Delta$  – межосевое расстояние, между начальным положением отверстий (подвижной и неподвижной частей инструмента), м;  $\omega$  – угловая скорость вращения фрезы,  $c^{-1}$ ;  $R$  – расстояние от центра вращения фрезы до отверстий, м

Межосевое расстояние зависит от амплитуды колебания подвижной части инструмента, а также от припуска на обработку  $h$ , мм и диаметра фрезерования  $D$ , мм.

$$\varphi = 2 \arcsin \sqrt{\frac{h}{D}} \quad (2)$$

где угол поворота фрезы на дуге контакт  $\varphi$ , рад определяется по зависимости (2)

$$\Delta = R * \varphi \quad (3)$$

где  $D$  – диаметр фрезерования, м;  $h$  – припуск на обработку, м.

В общем случае, время реагирования датчика, согласно рис. 3, не должно быть ниже  $t_{\min}$ .

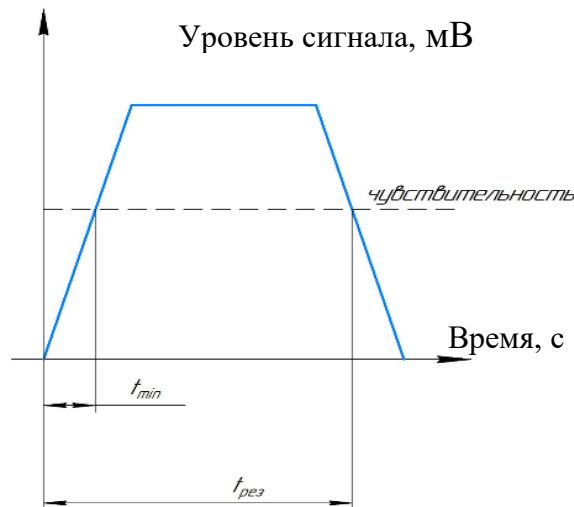


Рисунок 3 – Параметры срабатывания датчика

Колебательные процессы фрезы и время снятия показаний с фотоэлектрического датчика представим на рис.4.

Согласно выше представленным зависимостям минимальное время регистрации данных при  $D=125$  мм,  $h=5$  мм,  $\Delta=0$ ,  $d=8$  мм,  $R=70$  мм будет составлять 0,38 мс.

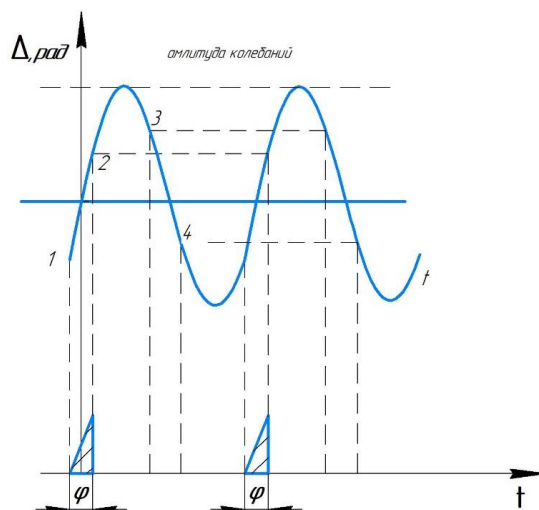


Рисунок 4 – Определение параметров колебаний инструмента

Таким образом, для представленных условий с целью определения параметров колебаний инструмента подойдет фотоэлектрический датчик рефлекторного типа 6037495 VL180-2P41136 [1] с частотой опроса 1000Гц и минимальным временем срабатывания 0,2 с.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.sick.com/ru/ru/photoelectric-sensors/photoelectric-sensors/v180-2/v180-2p41136/p/p226932> Режим доступа 30.03.2020 г.

УДК 62-2:674.05

Студ. Савченя А.А., Шалик И.А., Ханчич О.А.

Науч. рук. канд. техн. наук Гаранин В.Н.

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ТОРЦЕВОГО РЕЗАНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКЕ С РУЧНОЙ ПОДАЧЕЙ МАТЕРИАЛА**

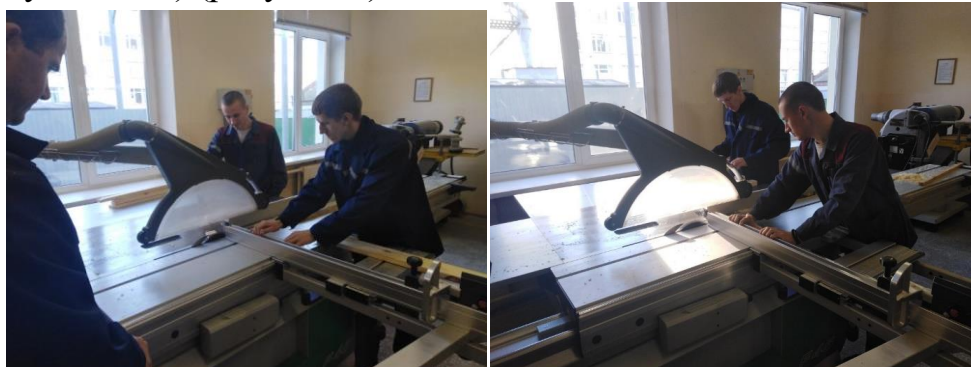
Основная задача при массовом производстве деталей из древесины обеспечить не только качество, но и его стабильность. По этой причине развитие современных технологий в деревообработке идет в направлении автоматизации, позволяющей снизить влияние человеческого фактора на качество выпускаемой продукции.

Целью данной работы является разработка эксперимента по определению факторов, влияющих на качество распила деталей на оборудовании с ручной подачей древесного материала.

В общем случае, на качество обработки влияют: обрабатываемый материал, оборудование и человеческий фактор.

Обратим внимание на человеческий фактор, влияющий не только на процесс обработки деталей, но и на процесс получения размеров при контроле качества.

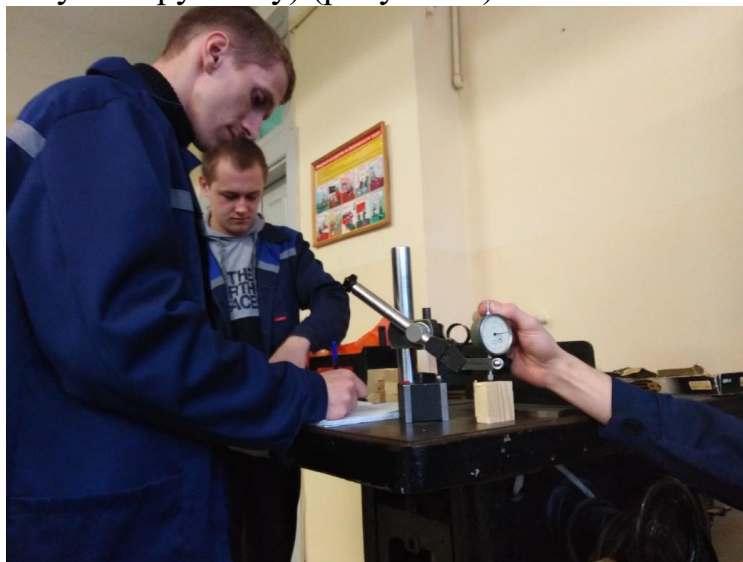
Для достижения цели поставим эксперимент, заключающийся в получении деталей на оборудовании с ручной подачей тремя рабочими (студентами) (рисунок 1).



Получаемый размер детали – 50 мм, высота распила – 20 мм, резание торцевое, скорость резания – 50 м/с, ширина заготовки – 50 мм.

**Рисунок 1 – Пиление на станке с ручной подачей материала**

С целью определения влияния человеческого фактора на изменение размеров полученных деталей процесс измерения будем проводить с использованием штангенциркулей двух типов (каждый студент обрабатывает измеряет свои заготовки) и индикатором часового типа (для получения размеров независимо от силы прижатия заготовки к измерительному инструменту) (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Измерения с использованием индикатора часового типа**

Обработку полученных результатов технологической точности обработки ведем согласно [1]. Данные представим в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты измерений**

	Пиление студентом 1			Пиление студентом 2			Пиление студентом 3		
	интервал		кол-во	интервал		кол-во	интервал		кол-во
измерение штангенцирку- лем 1	49,7	49,79	3	48,9	49,04	1	49,3	49,47	3
	49,79	49,88	1	49,04	49,18	0	49,47	49,64	0
	49,88	49,97	0	49,18	49,32	0	49,64	49,81	0
	49,97	50,06	0	49,32	49,46	6	49,81	49,98	2
	50,06	50,15	14	49,46	49,6	8	49,98	50,15	8
	50,15	50,24	15	49,6	49,74	19	50,15	50,32	17
	50,24	50,33	9	49,74	49,88	6	50,32	50,49	14
	50,33	50,42	6	49,88	50,02	4	50,49	50,66	3
	50,42	50,51	3	50,02	50,16	6	50,66	50,83	6
	50,51	50,6	1	50,16	50,3	2	50,83	51	1
измерение штангенцирку- лем 1	49,73	49,837	2	48,831	49,007	2	49,11	49,321	1
	49,837	49,944	1	49,007	49,183	1	49,321	49,532	1
	49,944	50,051	0	49,183	49,359	3	49,532	49,743	0
	50,051	50,158	4	49,359	49,535	8	49,743	49,954	1
	50,158	50,265	13	49,535	49,711	0	49,954	50,165	3
	50,265	50,372	9	49,711	49,887	23	50,165	50,376	20
	50,372	50,479	12	49,887	50,063	6	50,376	50,587	13
	50,479	50,586	4	50,063	50,239	4	50,587	50,798	6
	50,586	50,693	5	50,239	50,415	2	50,798	51,009	4
50,693	50,8	2	50,415	50,591	3	51,009	51,22	5	
измерение индикатором часового типа	49,56	49,713	4	48,753	48,9113	2	49,153	49,384	2
	49,713	49,866	1	48,9113	49,0696	0	49,384	49,615	1
	49,866	50,019	2	49,0696	49,2279	3	49,615	49,846	1
	50,019	50,172	6	49,2279	49,3862	10	49,846	50,077	0
	50,172	50,325	8	49,3862	49,5445	7	50,077	50,308	5
	50,325	50,478	14	49,5445	49,7028	15	50,308	50,539	22
	50,478	50,631	10	49,7028	49,8611	6	50,539	50,77	14
	50,631	50,784	4	49,8611	50,0194	7	50,77	51,001	6
	50,784	50,937	3	50,0194	50,1777	2	51,001	51,232	3

**Выводы.** Таким образом, результаты обработки и измерений показывают, что на стабильность получаемых размеров при торцевом резании древесины на оборудовании с ручной подачей влияют не только оборудование и рабочий, но также и измерительный инструмент. По этой причине автоматизация технологии обработки древесины должна затрагивать не только получение размеров, но и контроль качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деревообрабатывающее оборудование. Лабораторный практикум для студентов специальностей 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса», 1-46 01 02 «Технология деревообрабатывающих производств», 1-08 01 01-04 «Профессиональное обучение (деревообработка)» / А.П. Клубков, С.А. Гриневич. – Минск: БГТУ, 2009. – 152 с.

## **АНАЛИЗ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

Лесопильная рама – это станок для продольной распиловки брёвен полосовыми пилами, натянутыми в пильной рамке, при её поступательно-возвратном движении и продольной подаче распиливаемого лесоматериала. Различают рамы горизонтальные и вертикальные. На горизонтальной раме одной пилой выполняют индивидуальную распиловку толстых кряжей ценных пород на двухкантные брусья – ванчesy (для производства строганой фанеры). На вертикальной раме поставом пил производят групповую распиловку сырья. Они бывают: стационарные на прочных бетонных фундаментах для постоянно действующих предприятий и передвижные на колёсном ходу, транспортируемые без демонтажа тракторами и автомашинами. По высоте их разделяют на двух, полутора и одноэтажные; по числу шатунов на одно и двухшатунные: по числу подающих вальцов на четырёх и восьми вальцовые (для распиливания брёвен длиной не менее 3 и 0,8 м).

**Показатели лесопильных рам.** Просвет пильной рамки – внутреннее расстояние между вертикальными стойками ( $B$ , см), определяющий наибольший диаметр распиливаемых брёвен в комле. Наибольший диаметр в вершине бревна (длиной  $L$ , м при сбегае 5 см/м).

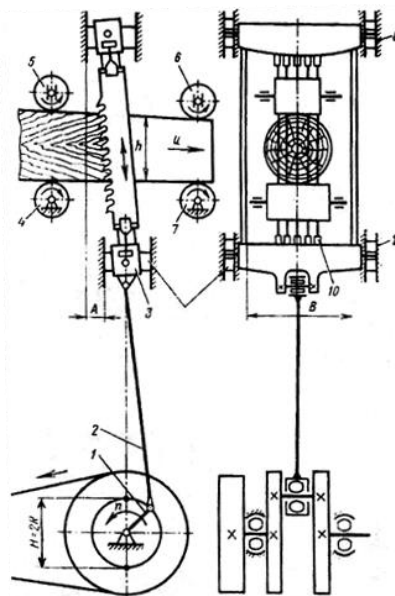
По ширине просвета лесорамы подразделяют на узкопросветные (до 500 мм), среднепросветные (до 800 мм), широкопросветные (до 1100 мм).

Высота хода пильной рамки – расстояние, проходимое пильной рамкой сверху вниз за полный оборот коленчатого вала, равное у одноэтажной рамы 220...410 мм, у двухэтажной до 700 мм. Частота вращения коленчатого вала – 210...450 об/мин. Мощность привода определяет тип и потребную мощность электродвигателя и возможную производительность рамы. Механизм подачи характеризует способ продвижения бревна в процессе распиловки. При непрерывной подаче бревно продвигается непрерывно во время рабочего и холостого хода рамки; при одностолчковой подаче – только за рабочий или только за холостой ход; при двухстолчковой подаче один толчок происходит за рабочий, другой за холостой ход пильной рамки. Наибольшая возможная конструктивная величина подачи за один оборот рабочего вала рамы называется посылкой: она предопределяет производительность лесопильной рамы.

Вертикальные двухэтажные одношатунные лесопильные рамы с непрерывной подачей имеют наибольшее применение в отечественной

лесопильно-деревообрабатывающей промышленности на механизированных лесопильных заводах. Основные элементы механизма главного движения и подачи даны на рисунке 1.

В нижней части тяжёлой чугунной станины смонтирован коленчатый вал со шкивом-маховиком, вращающимся через плоскоремennую передачу от электродвигателя. С пальцем кривошипа вала шарнирно соединён нижней головкой шатун: на верхнюю его головку шарнирно опирается пильная рамка в вертикальных скользящих направляющих, способная таким образом совершать поступательно-возвратное движение; к верхнему и нижнему лафетам рамки крепят пилы с захватами на концах и прокладками между ними, подбираемыми в соответствии с заданным поставом. В механизме подачи установлены две группы нижних и верхних задних подающих валцов и передних, вращаемых от общего привода. Технические характеристики двухэтажных рам даны в таблице 1.



- 1-ривошип коленчатого вала; 2-шатун; 3-пильная рамка; 4,5-нижний и верхние передние подающие валцы; 6,7-нижний и верхний задние подающие валцы; 8,9-верхняя и нижняя направляющие пильной рамки; 10-захват рамной пилы

**Рисунок 1 – Принципиальная схема вертикальной одношатунной двухэтажной лесопильной рамы**

Одноэтажные двухшатунные лесопильные рамы (рис.3)(для лесопромхозов, сельхозов, стройплощадок, тарных и небольших лесопильных цехов) общего назначения (Р65-4М, Р63-4А, Р80-1 для распиловки брёвен длиной 3...7,5 м – на пиломатериалы толщиной 16 мм и выше) и специального назначения (РТ-36) – для распиловки брусьев длиной 0,8...4м толщиной до 200 мм на тарную дощечку толщиной от 6 мм; малая высота хода (210 мм) позволяет использовать тонкие пилы (1;

1,2; 1,4 мм) и повышенную частоту пиления; для неё и другой коротышёвой рамы РК63-1 характерен 8-вальцовый механизм подачи). Технические характеристики этих рам даны в таблице 2.

**Таблица 1 –Техническая характеристика двухэтажных лесопильных рам**

Параметр	2P50-1	2P50-2	2P63-1	2P63-2	2P75-1	2P75-2
Просвет пильной рамки, мм						
Ход пильной рамки, мм						
Наибольший диаметр распиливаемого бревна, мм						
Величина подачи, мм/об	10-75	10-75	10-70	10-70	9-65	9-65
Частота вращения коленчатого вала, об/мин						
Установленная мощность, кВт		132,8		132,88	127,7	120,08
Параметр	2P80-1	2P80-2	2P100-1	2P100-2	РД110-2М	
Установленная мощность, кВт		167,88		125,6	139,5	

**Таблица 2 – Техническая характеристика одноэтажных лесопильных рам**

Параметр	Р65-4М	Р63-4А	Р80-1	РТ-34	РК61-1
Просвет пильной рамки, мм					
Ход пильной рамки, мм					
Длина распиливаемых бревен, м	3-7,5	3-7,5	3-7,5	0,8-4	1-4
Наименьшая толщина выпиленных досок, мм					
Частота вращения коленчатого вала, об/мин					
Величина подачи, мм/об	0-22	5-35	5-40	3,7-14	5-35
Наибольшее число пил в поставе, шт					
Установленная мощность, кВт		63,8	63,4	24,5	48,4

Таким образом, конструктивно существует только два основных типа лесопильных рам – одноэтажные и двухэтажные. Вторые позволяют обеспечить лучшую производительность процесса пиления, однако требуют высоких затрат на эксплуатацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет – портал [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://mydocx.ru/4-97987.html> – Дата доступа 29.03.2020.
2. Амалицкий В. В., Санёв В. И. Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий. – М.: Экология, 1992. – 480 с.
3. Амалицкий В. В., Амалицкий В. В. Деревообрабатывающие станки и инструменты. Учебник для сред. проф. образования. М.: ИРПО: Издательский центр «Академия», 2002. – 400 с.
4. Афанасьев П. С. Станки и инструменты деревообрабатывающих предприятий. Изд-во лесн. пром-сть, 1968. – 496 с.

## **АНАЛИЗ ШЛИФОВАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Целью данной работы является проведение краткого анализа шлифовального оборудования, используемого на предприятиях Республики Беларусь для обработки плитных материалов.

Дома зачастую абразивные инструмента, которые созданы своими руками. Шлифовальный станок по дереву может обладать различными характеристиками, которые зависят от предназначения конструкции. Все станки создаются для решения определенных задач, зависящие от вида шлифования.

Существует следующие виды абразивной обработки:

1. Плоское шлифование выполняется для шлифования сопряженных или одиночных плоских поверхностей. Своими руками провести обработку можно при использовании ручного инструмента, но он будет полезен только дома.

2. Ленточный тип абразивной обработки проводится довольно часто. Данный метод используется для финишного шлифования сопряженных и плоских поверхностей. Добиться результата, который можно достигнуть при использовании ленточного оборудования, при работе с использованием ручного инструмента своими руками практически невозможно.

3. Провести круглое шлифование можно при использовании специальных станков по дереву. Характеристики подобной конструкции определяют возможность получения цилиндрической и конической поверхности.

Для каждого типа шлифования используется специальная модель станков. Некоторые можно создать своими руками, другие имеют сложную систему, и поэтому их производством занимается только специализированные фирмы.

### **Виды шлифовальных станков по дереву — классификация**

Можно выделить несколько типов станков, которые могут использоваться для финишной обработки дерева. К наиболее распространенным можно отнести:

1. **Дисковые или тарельчатые** – один из самых распространенных вариантов исполнения. К особенностям конструкции можно назвать использование специального диска, к которому проводится прикрепление абразивного материала. Дисковые могут использовать



ся для производства большого количества различных операций. Именно поэтому тарельчатый тип станков по шлифованию дерева встречается крайне часто.

Тарельчатый вид применяется для зачистки поверхности заготовок, которые имеют форму шаров, цилиндров и конуса. Своими руками можно сделать подобный станок небольших габаритных размеров. Компактность определяет возможность установки на верстаке в домашних условиях. Производительность этого вида станков очень высокая, так как имеют мощный электродвигатель. Для его использования не нужно обладать определенными навыками.

2. **Ленточные** используются на протяжении последних нескольких десятилетий. К особенностям конструкции можно отнести невысокую цену и высокую производительность. Шлифование проводится при помощи специальной абразивной ленты, которую следует заменять при истирании.

Провести регулировку степени натяжения можно своими руками. Для того чтобы повысить устойчивость абразива к истиранию его изготавливают при использовании графита. Этот момент значительно повышает цену ленты, но изготовить ее своими руками нельзя. Фиксация проходит при помощи резиновых роликов, которые контролируют движение ленты.

3. Существует **барабанный** тип станка. Используется барабанный станок для шлифования длинных плоскостей: щитов, реек, досок и так далее. Процедура придания поверхности необходимой шероховатости проводится барабаном или цилиндром.

При этом зачастую изготавливают конструкцию с двумя барабанами. Для повышения эффективности модели на два барабана надевается абразив с различной зернистостью. Таким образом за один проход деталь проходит черновое и чистовое шлифование, что повышает эффективность оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

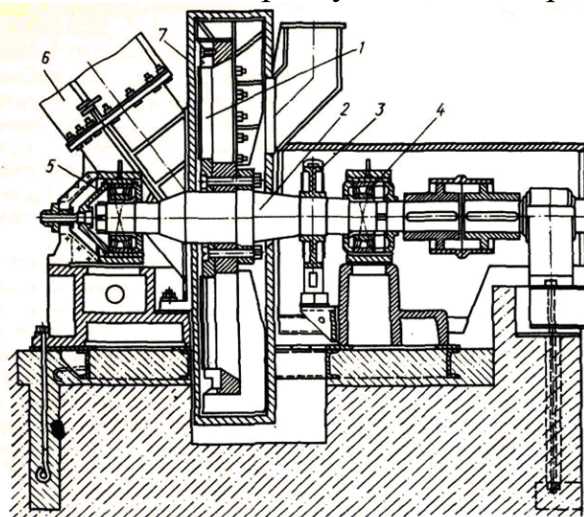
1. Амалицкий, В.В. Оборудование отрасли: учебник / В.В. Амалицкий, Вит. В. Амалицкий. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 584 с.
2. Справочник мебельщика. Под ред. В.П. Бухтиярова. «Лесная промышленность», 1976. – 336 с.

## АНАЛИЗ ДРОБИЛОК, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Измельчение древесины в щепу – один из важных этапов целлюлозно-бумажного производства, назначение которого состоит в том, чтобы привести исходное сырьё в состояние, наиболее пригодное для его дальнейшей термохимической обработки в варочных котлах с целью получения целлюлозы или механической обработки в размалывающих машинах для получения древесной массы.

На целлюлозно-бумажных предприятиях в настоящее время для измельчения древесины в технологическую щепу используют, в основном, дисковые рубительные машины. В гидролизной промышленности и на лесозаготовках используют также барабанные рубительные машины. Виды конструкций рубительных машин определяются как направлением взаимодействия ножа (резца) с древесиной, так и видом поверхности, по которой расположены ножи.

В дисковых рубительных машинах механизм резания выполнен в виде массивного диска, на котором установлены режущие ножи.



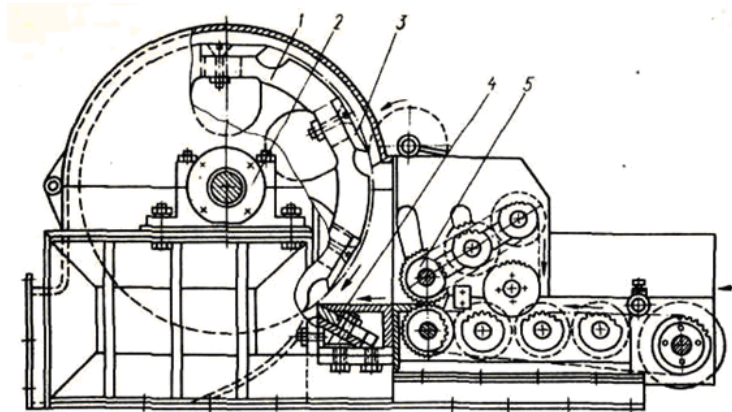
1 – диск, 2 – вал, 3 – тормоз, 4,5 – подшипники,  
6 – загрузочный патрон, 7 – кожух

**Рисунок 1 – Дисковая рубительная машина**

В барабанных рубительных машинах механизм резания состоит из вращающегося барабана с режущими ножами. Конические рубительные машины (двухконические) имеют рабочий механизм в виде двух усечённых конусов с ножами, соединённых меньшими диаметрами. В

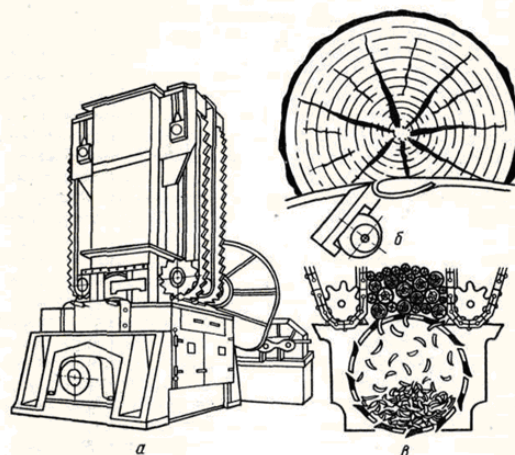
практике целлюлозно-бумажного производства наибольшее распространение получили дисковые рубительные машины с торцово-продольно-поперечным резанием. Эти машины отличаются простой и надёжной конструкцией и обеспечивают одинаковые условия резания независимо от диаметра балансов.

Барабанные рубительные машины с торцово-продольным резанием применяются для переработки отходов лесопиления и деревообработки (реек и горбылей), а также отходов лесозаготовок (сучьев и вершин) в щепу для гидролизного производства и древесноволокнистых плит. На предприятиях ЦБП в настоящее время эти машины практически не применяются. Основным недостатком их является зависимость углов резания от диаметра балансов. Вследствие этого щепы имеет неодинаковое направление среза и неоднородна по фракционному составу (рисунок 2).



1 – ножевой барабан, 2 – откидной кожух, 3 – ножи, 4 – контрнож, 5 – вальцы для подачи древесины.

**Рисунок 2 – Схема барабанной рубительной машины**



а – общий вид, б – схема резания, в – принцип работы  
**Рисунок 3 – Схема барабанной рубительной машины с поперечным резанием**

Барабанные рубительные машины с поперечным резанием (рисунки 3) обеспечивают постоянство фракционного состава щепы. В процессе резания щепы мало повреждается, что обеспечивает повышенные показатели качества целлюлозы.

Достоинствами машин этого типа являются меньшие удельные усилия резания и меньшие удельные затраты энергии по сравнению с другими конструкциями. Применение барабанных рубительных машин этого типа ограничивается их сложностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров В.Н. Расчет рубительных машин.

УДК 674.055:621.914.3

Маг. М. И. Каравацкий

Науч. рук. канд. техн. наук С. А. Гриневиц

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПОДАЧИ И ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ НА СИЛУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОДАЧЕ ПРИ ПОЛУЗАКРЫТОМ ПОПУТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ**

Увеличение полезного выхода пилопродукции и снижение количества отходов в опилки обеспечивается при использовании оборудования, построенного по агрегатному методу и позволяющего наряду с пиломатериалами производить технологическую щепу. На фрезерно-брусующих линиях имеются агрегаты для профилирования бруса. В качестве режущего инструмента на данных агрегатах применяются профиляторы. Ножи профиляторов учувствуют в полузакрытом попутном фрезеровании.

На основании рассмотренных работ по полузакрытому попутному фрезерованию древесины, а именно Фонкина В. Ф. [1], Поромова В. Н. [2], Санковича А. И. [3], Онезашвили З. И. [4] и Елькина В. П. [5] было сделано заключение, что процесс полузакрытого попутного фрезерования древесины изучен не полностью, а именно не определена зависимость влияния скорости подачи и глубины фрезерования на силу сопротивления подаче.

Для достижения поставленной цели была собрана установка на базе одностороннего шипорезного станка ШО16-4 (рисунок 1, а). В качестве измерительной системы на установке был установлен УДМ – 1200 с тензометрической измерительной системой EX-UT10 (Япония) и компьютер типа Notebook (HP Compaq nx 7400) (рисунок 1, б). Фиксация данных производилась при помощи программы *Power Graph 3.3*.

В качестве постоянных факторов для проведения эксперимента были приняты: исследуемый материал – сосна, частота вращения инструмента  $n = 750 \text{ мин}^{-1}$ , задний угол ножа  $\alpha = 10^\circ$ , угол заострения ножа  $\delta = 45^\circ$  и толщина фрезерования  $b_n = 5 \text{ мм}$ . Переменными факторами принята скорость подачи, которая изменялась в диапазоне  $V_s = 3 - 6 \text{ м/мин}$  с шагом  $t = 0,5$  и глубина фрезерования с диапазонами изменения  $h = 20 - 50 \text{ мм}$  с шагом  $t = 10 \text{ мм}$ . В качестве режущего инструмента был использован профилятор с одним ножом с диаметром резания  $D = 365 \text{ мм}$  (рисунок 1, в).



**Рисунок 1 – Экспериментальная установка с измерительной системой и режущим инструментом для эксперимента**

На основании полученных экспериментальных данных таблица 1 была произведена их обработка.

**Таблица 1 – Данные эксперимента**

Скорость подачи $V_s$ , м/мин	Сила сопротивления подаче $F_Q$ , Н, при $h = 20 \text{ мм}$ и $n = 750 \text{ мин}^{-1}$
3	61,82
3,5	73,14
4	76,93
4,5	83,77
5	91,64
5,5	94,20
6	103,02
Скорость подачи $V_s$ , м/мин	Сила сопротивления подаче $F_Q$ , Н, при $h = 30 \text{ мм}$ и $n = 750 \text{ мин}^{-1}$
3	104,20
3,5	116,63
4	125,46
4,5	132,93
5	138,87
5,5	149,99
6	158,49

**Продолжение таблицы 1**

Скорость подачи $V_s$ , м/мин	Сила сопротивления подаче $F_Q$ , Н, при $h = 40$ мм и $n = 750$ мин <sup>-1</sup>
3	115,97
3,5	122,78
4	134,11
4,5	145,49
5	150,95
5,5	156,74
6	167,67
Скорость подачи $V_s$ , м/мин	Сила сопротивления подаче $F_Q$ , Н, при $h = 50$ мм и $n = 750$ мин <sup>-1</sup>
3	125,29
3,5	146,04
4	162,01
4,5	175,59
5	189,09
5,5	191,70
6	205,01

Обработав данные эксперимента была получена регрессионная модель влияния скорости подачи  $V_s$  и глубины обработки  $h$  на силу сопротивления подаче (1):

$$Y = 128,780 + 42,866 \cdot x_1 + 28,770 \cdot x_2, \quad (1)$$

где  $x_1$  – глубина фрезерования  $h$ , мм;

$x_2$  – скорость подачи  $V_s$ , м/мин.

**Выводы:**

1. Регрессионная модель показывает, что увеличение глубины фрезерования на 1 мм приводит к увеличению силы сопротивления подаче на 42,866 Н.

2. Регрессионная модель показывает, что увеличение скорости подачи на 1 м/мин приводит к увеличению силы сопротивления подаче на 28,770 Н.

3. Зависимость влияния скорости подачи и глубины фрезерования на силу сопротивления подаче линейна.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Фонкин В. Ф. Фрезерование древесины с попутной подачей заготовки: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.03 / В. Ф. Фонкин; Московский лесотехнический институт – Москва, 1951. – 22 с.

2. Поромов В. Н. Повышение работоспособности фрезерного инструмента в условиях обработки древесины с получением техноло-

гической щепы: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.06.02 / В. Н. Поромов В. Н.; Лесотехническая академия имени С. М. Кирова – Ленинград, 1983. – 19 с.

3. Санкович А. И. Исследование силовых и качественных характеристик при продольном и торцовом фрезеровании прямоугольных профилей: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.421 / А. И. Санкович; Белорусский технологический институт имени С. М. Кирова – Минск, 1971. – 23 с.

4. Онезашвили З. И. Исследование процесса фрезерования деревянных деталей многолезвийными и профильными резцами: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.03.02 / З. И. Онезашвили; Московский лесотехнический институт – Москва, 1966. – 23 с.

5. Елькин В. П. Повышение эффективности фрезернопильного оборудования на основе разработки конструкций цилиндрических фрез для получения технологической щепы: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.21.05 / В. П. Елькин; Лесотехническая академия имени С. М. Кирова – Ленинград, 1989. – 16 с.

УДК 674.055:621.914.2

Студ. Ю.Н. Литвинчик

Науч. рук. канд. техн. наук С. А. Гриневич

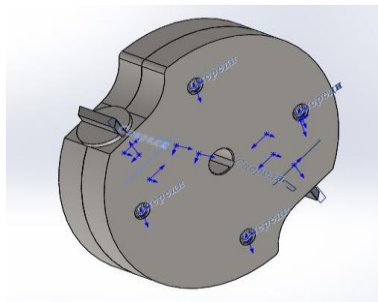
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

## **ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ФРЕЗ ПРОФИЛЯТОРОВ ЛИНИЙ АГРЕГАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

Производительность и качество обработки древесины и древесных материалов в значительной степени зависит от конструкции и состояния режущего инструмента, который является тем революционизирующим фактором, что ведет к увеличению производительности работы дереворежущего оборудования, новым конструкциям станков и рациональным методом обработки.

В данной работе мы будем оптимизировать фрезу провилятора линии агрегатной переработки древесины. Современные ПК позволяют совершенствовать процесс проектирования вообще и автоматизированного проектирования дереворежущего инструмента в частности. Они дают возможность с предельной быстротой и точностью решать самые сложные аналитические задачи, осуществлять анализ полученных результатов, отыскивать оптимальные параметры для конструкции инструмента и в конечном счете полностью автоматизировать весь процесс проектирования и изготовления рабочей документации. Что бы использовать эти варианты для оптимизации сложных дереворежущих инструментов, необходимо создавать такие методы расчета,

которые были бы аналитическими и в максимальной степени общими, имели строгую формализацию всего процесса автоматизированного проектирования, позволяли четко определять критерии оптимизации, а также решать все вопросы проектирования дереворежущего инструмента комплексно. В нашей работе мы будем использовать программу SolidWorks. Эта программа ведет расчет по критерию максимального напряжения по Мизесу основывается на теории Mises-Hencky или теории энергии формоизменения.



**Рисунок 1**

Данная программа позволит смоделировать фрезу (рисунок 1) с учетом действующих на нее нагрузок в креплениях и от сил резания, а также укажет наиболее нагруженные места и элементы. После чего мы уберем металл из ненагруженных мест.

Выводы.

1. Мы уменьшим расход металла на изготовление фрезы.
2. Уменьшение массы приведет к снижению потребления электроэнергии на холостой ход и обработку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В.Н. Любченко. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов.–М.: Лесн. Промышленность,1986г.
2. Бершадский, А.Л., Цветкова Н.И. «Резание древесины», учебное пособие предназначено для студентов ВТУЗОВ по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»/ Минск, «Вышэйшая школа», .
3. Гришкевич, А.А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности», 1-46 01 02 «Технология деревообрабатывающих производств», 1-08 01 01-04 «Профессиональное обучение (деревообработка)» / А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин. – Минск: БГТУ, 2014. – 90 с.

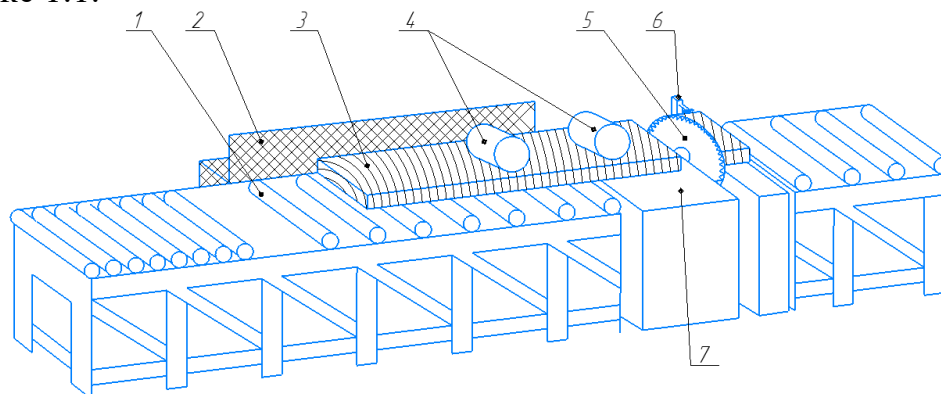


## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОПЕРЕЧНОГО РАСКРОЯ ЗАГОТОВОК

Основа дальнейшего технического прогресса в лесопильно-деревообрабатывающем производстве — механизация и автоматизация производственных процессов, направленная на решение одной из важных задач — замены ручного труда работой механизмов и машин. [1].

Автоматизация — это более высокая степень развития машинного производства, при которой человек освобождается не только от физического труда, но и от обязанностей оперативного управления механизмами, осуществляющими производственный процесс. Отпадает необходимость в непрерывном обслуживании автоматической машины, и человек может отойти от нее, так как она сама выполняет все основные и вспомогательные операции производственного процесса. Производительность такой машины не связана с физическими возможностями человека, поэтому может достигать высокого уровня.

Одним из важнейших факторов в автоматизации процесса, является обеспечение подачи заготовок к станку. Рассмотрим на примере торцовочного круглопильного станка ЦКБ40. Одним из вариантов механизма подачи является роликовый конвейер, который приведен на рисунке 1.1.



1-ролики, 2-направляющая линейка, 3-заготовка, 4-обрезиненные вальцы,  
5-пила, 6-механический толкатель

**Рисунок 1 – Механизм подачи к станку ЦКБ40**

Движение заготовки 3 происходит за счет приводных обрезиненных вальцов 4, которые придают жесткое фиксирование материала в зоне резания. Ролики повернуты на  $1,5^\circ$  к направляющей линейке 2, тем самым обеспечивается устойчивое базирование заготовки не

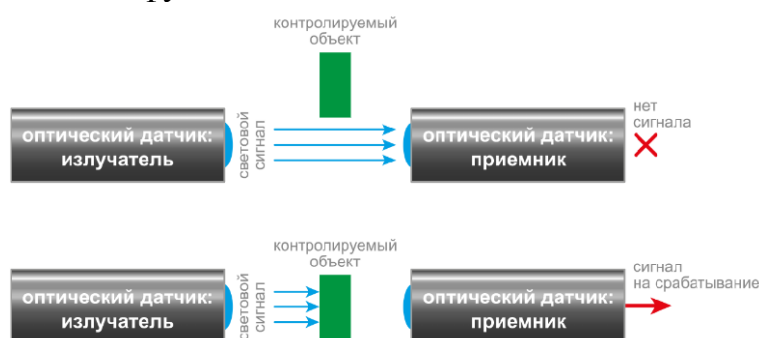
только по роликам, но и по направляющей линейке. При попадании заготовки на рабочую поверхность станка 7, происходит остановка, пила 5 производит торцевание, а ненужная часть убирается механически толкателем 6. Как только пила возвращается в исходное положение, заготовка 3 продолжает движение.

Так же немаловажным фактором, является позиционирование заготовки на заданной длине с наименьшей погрешностью. Это можно выполнить с помощью установки датчиков. Наибольшее распространение в деревообработке получили оптические датчики. [2]

Оптические датчики широко применяются в автоматизированных системах управления для регистрации наличия и количества предметов, обнаружения на их поверхности наклеек, меток и надписей, а также для позиционирования и сортировки предметов.

С помощью оптических датчиков можно контролировать расстояние, габариты, уровень, цвет и степень прозрачности объектов вне зависимости от материала его изготовления.

Достоинством оптических датчиков является большое расстояние обнаружения, которое может достигать нескольких метров, и возможность регулировки чувствительности регистрирующего механизма. На рисунке 1.2 показана функциональная схема оптического датчика.



**Рисунок 1.2-функциональная схема оптического датчика**

Принцип действия оптических бесконтактных датчиков основан на изменении принимаемого датчиком светового потока. Оптические датчики состоят из 2-х функционально законченных узлов – источника оптического излучения и приемника этого излучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-портал Российской федерации [Электронный ресурс] Станция перемещения. – Режим доступа: [www.woodtechnology.ru](http://www.woodtechnology.ru)
2. Интернет-портал Российской федерации [Электронный ресурс] Станция перемещения. – Режим доступа: [https://owen.ru/product/datchiki\\_opticheskie/price](https://owen.ru/product/datchiki_opticheskie/price)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ УГЛОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ НА МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ

Фрезерованием называется процесс обработки материала вращающимися лезвиями, в результате которого припуск удаляется путем последовательного срезания отдельных серповидных стружек. На рисунке 1 показана функциональная схема процесса фрезерования.

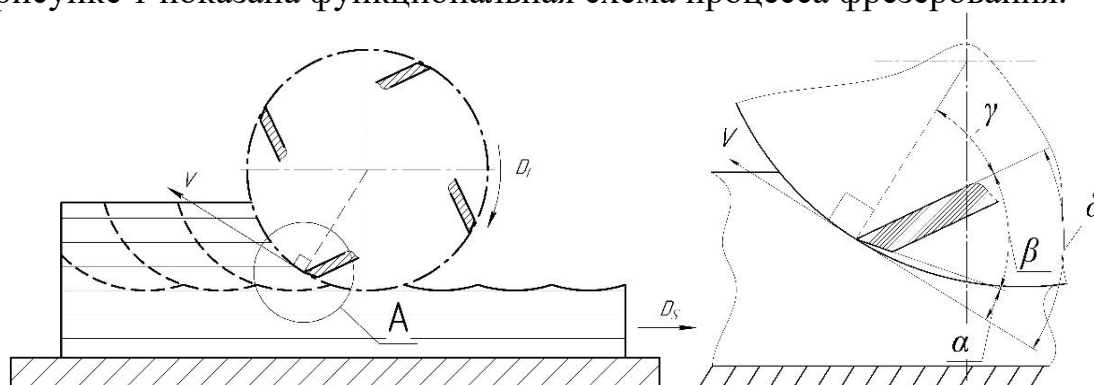


Рисунок 1 — Функциональная схема процесса фрезерования

$V$  – скорость главного движения;  $D_f$  – главное движение;  $D_s$  – движение подачи;  $\gamma$  – передний угол;  $\beta$  – угол заточки;  $\alpha$  – задний угол;  $\delta$  – угол резания.

Наиболее весомым экономическим показателем процесса обработки древесины методом фрезерования, является мощность резания  $P_{рез}$ , кВт. Для ее теоретического определения пользуются формулой (1):

$$P_{рез} = \frac{F_x \cdot v_e}{1000}, \text{ кВт} \quad (1)$$

где  $F_x$  – касательная составляющая силы резания, Н;  $v_e$  – скорость результирующего движения резания, м/с.

Выполнив соответствующие преобразования, мощность на резание можно записать в виде формулы (2):

$$P_{рез} = x \cdot y + x \cdot z \cdot A \cdot \delta + x \cdot z \cdot B \cdot v^* - x \cdot z \cdot B. \quad (2)$$

Для анализа была решена типовая инженерная задача по определению мощности резания, при использовании инструмента с разным углом резания [1].

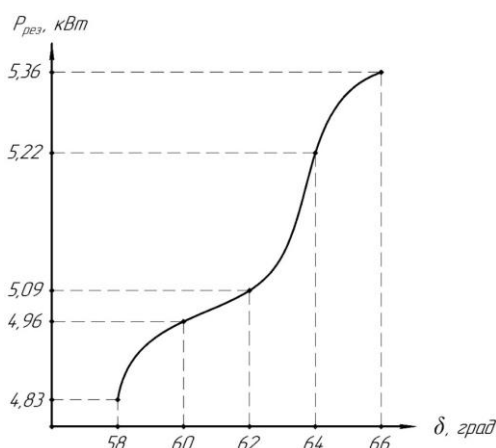
Дано:  $x = 0,008$  м/с;  $y = 400$  Н;  $z = 125,406$  мм<sup>2</sup>;  $V = 31,97$  м/с.

Найти мощность резания при углах резания равных  $\delta = 58, 60, 62, 64, 66$  град.

Расчет производился с помощью Microsoft Excel, и представлен его результат в виде графика, изображенного на рисунке 2.

Проанализировав полученные данные, можно прийти к выводу, что при уменьшении угла резания  $\delta$ , уменьшается и мощность резания  $P_{рез}$ . Но в то же время значение угла строго ограничено. Чрезмерное его уменьшение снизит жесткость лезвия, а также может привести к критической величине трения задней поверхности лезвия о заготовку.

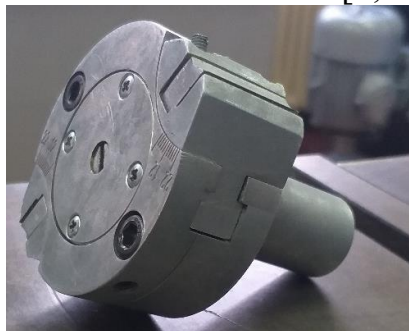
Для достижения данного экономического эффекта в настоящее время на производстве применяются инструменты с различными угловыми параметрами. Это позволяет производить обработку более рационально, но принуждает содержать весьма большое инструментальное хозяйство.



**Рисунок 2 — График зависимости мощности потребляемой на фрезерование древесины от угла резания**

На кафедре «Деревообрабатывающих станков и инструментов» давно ведутся разработки инструмента с изменяемыми угловыми параметрами. Его применение позволит существенно сократить размер инструментального хозяйства предприятия и добиться экономического эффекта от оптимизации угла резания под необходимые режимы обработки древесины.

Прототип такого инструмента приведены на рисунке 3. На рисунке 4, его функциональные возможности [3, 4].



**Рисунок 3 — Прототип инновационного фрезерного инструмента**

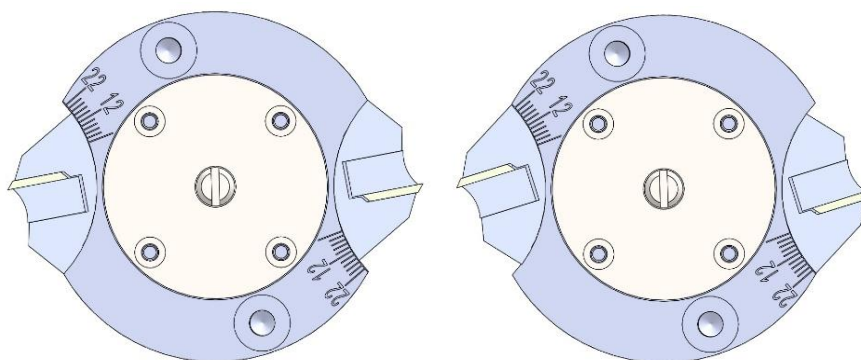


Рисунок 4 — Изменение угла резания за счет синхронного поворота сегментов

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гришкевич, А.А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания / А.А. Гришкевич. – Минск: БГТУ, 2012. – 111 с.
2. Бершадский, А.Л. Резание древесины. М., 1975. – 302 с.
3. Фреза с изменяемыми угловыми параметрами: Пат. №11088. Белый А.В., Гришкевич А.А., Гаранин В.Н., Беларусь, дата подачи – 04.08.2015, зарегистрирована в Государственном реестре полезных моделей – 01.04.2016, дата начала действия – 04.08.2015.
4. Фреза концевая: И 20180119, от 30.10.2018 г. Получено положительное решение по патенту на полезную модель. Карпович С.С., Гришкевич А.А., Демьяков А.В., Третьяков В.О. Карпович С.И.

УДК 674.05:631.06

Студ. Д.С. Волкович

Науч. рук. канд. техн. наук А.А. Гришкевич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ЗАКЛИНИВАНИЯ ЗУБЧАТОЙ ЗАВЕСЫ**

В современных условиях производственной деятельности на деревообрабатывающих предприятиях травматизм, к сожалению, остается на высоком уровне. Ежегодно происходят десятки несчастных случаев разной степени тяжести, в том числе в среднем 2 -3 несчастных случая со смертельным исходом. Особенно часто травматизм наблюдается при эксплуатации круглопильных деревообрабатывающих машин для продольной распиловки. В связи с тем, что на большинстве машин данной группы осуществляется встречное резание, то силы, возникающие при разрушении материала, стремятся выбросить заготовку в противоположную сторону направления движения подачи, т.е. навстречу оператору.

Целью работы является определение угла заклинивания зубчатой завесы круглопильных машин, максимально обеспечивающего безопасность эксплуатации оборудования.

Для предотвращения выброса заготовок из машины предусмотрены противовыбрасыватели (когтевые завесы). Они выполняются в виде завесы, набора пластин (когтей), заостренных со стороны контакта с древесиной и свободно качающихся на оси крепления (рис. 1).

При подаче заготовки в станок когти свободно поворачиваются и скользят по поверхности древесины, не препятствуя ее движению. В случае попытки выброса заготовки пластины заостренной частью врезаются в древесину, и заготовка прекращает движение (заклинивается) между когтями и поверхностью стола.

Надежность срабатывания противовыбрасывателей сильно зависит и от массы распиливаемого материала, определяющая его скорость (рис. 2).

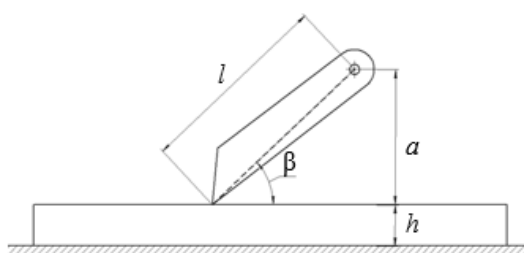


Рисунок 1

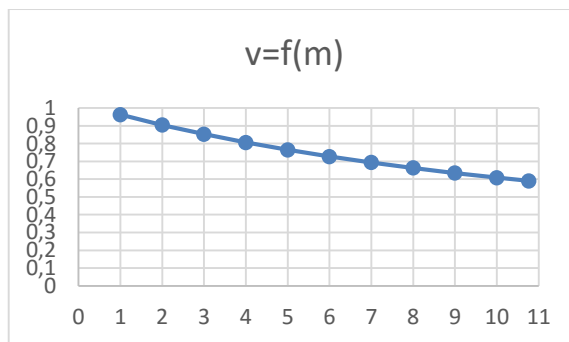


Рисунок 2

На текущий момент в нормативных документах нет определенности по основным конструктивным особенностям когтевых завес, в частности, рекомендации по углам заклинивания  $\beta$  различаются.

Согласно ГОСТ 12.2.026.0 «Станки деревообрабатывающие. Требования безопасности к конструкции» [1] и Межотраслевых правил по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве [2] угол заклинивания  $\beta$  должен составлять  $55 - 65^\circ$  при обработке материала любой толщины. Однако по СТБ EN 1870-4-2006 «Безопасность деревообрабатывающих станков. Станки круглопильные. Часть 4. Станки многополотные для продольной резки с ручной загрузкой и / или выгрузкой» [3] угол заклинивания  $\beta$  должен составлять уже  $55 - 85^\circ$ .

На первоначальном этапе расчётов было принято решение начать с нахождения кинетической энергии механизма, который передает вращательное движение от двигателя к пильному диску. Определены моменты инерции ротора двигателя, упругой муфты, пильного вала, пильного диска. Полученные данные позволили найти приве-

денный момент инерции всего механизма, который необходим для нахождения скорости вылета заготовки.

#### Выводы.

1. Определена кинетическая энергия механизма резания.
2. Построен график зависимости скорости движения заготовки от ее массы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции: ГОСТ 12.2.026.0–1993. Введ. 01.01.1996. Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1996. С. 46.

2. Межотраслевые правила по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 30 дек. 2008 г., № 211/39 // Национальный правовой интернет портал Республики Беларусь. URL: [http://www.pravo.by/pdf/2009-147/2009-147\(016-099\).pdf](http://www.pravo.by/pdf/2009-147/2009-147(016-099).pdf) (дата обращения: 11.03.2020).

3. Безопасность деревообрабатывающих станков. Станки круглопильные. Часть 4. Станки многополотные для продольной резки с ручной загрузкой и/или выгрузкой: СТБ ЕН 1870-4-2006. Введ. 01.01.2007. Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2006. С. 36.

УДК 674.053:621.934

Студ. А.А. Савченя

Науч. рук. канд. техн. наук А.А. Гришкевич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПИЛЫ ДИСКОВОЙ СБОРНОЙ**

В настоящее время деревообрабатывающая промышленность находится на высоком техническом уровне своего развития. Существует огромное количество оборудования, режущего инструмента, различного рода приспособлений. Важное место в технологическом процессе занимают и круглопильные станки.

В силу того, что любой инструмент подвержен износу, вопрос времени его замены всегда будет актуален. Так как установка пил на валу и их крепление весьма длительно во времени, то его уменьшение является задачей актуальной.

Суть предлагаемой конструкции пилы дисковой заключается в том, что пила состоит из 3-х частей: диска и двух съёмных сегментов.

Данная конструкция позволит один раз установить центральную часть, а съёмные сегменты заменять по мере износа. Это значительно упростит и ускорит замену инструмента.

При проектировании новой конструкции инструмента за основные параметры взяты размеры пилы 1-1-500-70-6-32 исполнения I из ГОСТ Р 54489-2011 «Пилы дисковые для бревнопильных станков и автоматических линий», а именно: диаметр  $D = 500$  мм, диаметр посадочного отверстия  $d = 70$  мм, толщиной диска  $s = 3$  мм, числом зубьев  $z = 32$ , уширение на сторону 1 мм. Угловые параметры инструмента: задний угол  $\alpha = 15^\circ$ , угол заострения  $\beta = 50^\circ$ , передний  $\gamma = 25^\circ$ , угол резания  $\delta = 65^\circ$ .

При теоретическом расчёте конструкции инструмента (рисунок 1) была принята базовая машина TD-500 с параметрами: мощность двигателя  $P = 18$  кВт; частота вращения пил  $n = 2000$  мин<sup>-1</sup>; диаметр пилы  $D = 500$  мм. Остальные данные, такие как: скорость резания  $V_e = 52,3$  м/с; касательная составляющая силы резания  $F_x = 330,78$  Н; радиальная составляющая силы резания  $F_r = 396,94$  Н; сила инерции  $F_{и} = 7030,55$  Н получены расчётным путём. Масса сегментов и центра определена с помощью программы «Компас».

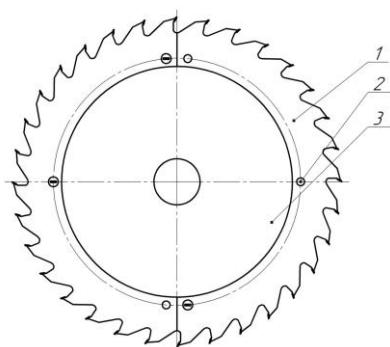


Рисунок 1 – Пила дисковая сборная. 1 – сегмент съёмный; 2 – винт; 3 – корпус.

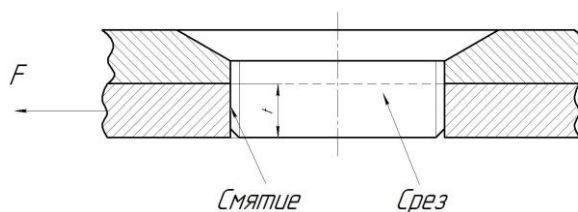


Рисунок 2 – Схема нагружения винтового соединения

В данном проекте съёмные сегменты крепятся за счет винтов с потайной головкой. Произведем расчет винтов на смятие и срез [1]. Схема нагружения винтового соединения представлена на рисунке 2.

Произведём проверочный расчет штифтов по напряжениям смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{i \cdot \pi \cdot r \cdot t} \leq [\sigma_{см}],$$

где  $F$  – сумма сил, действующих на винт ( $F=7434,85$  Н);  $i$  – количество винтов (3 шт.);  $r$  – радиус винта (3 мм);  $t$  – рабочая длина (1,5мм.);  $[\sigma_{см}]$  – допускаемое напряжение смятия (для стали  $[\sigma_{см}] = 190$  МПа



Проведя расчеты, получим, что  $\sigma_{см} = 175,5 \text{ МПа}$ , то есть условие прочности выполняется.

Произведём проверочный расчёт штифтов по напряжениям среза:

$$\tau_{ср} = \frac{F}{i \cdot \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)} \leq [\tau_{ср}],$$

где:  $F$  – сумма сил, действующих на винт ( $F = 7434.85 \text{ Н}$ );  $i$  – количество винтов (3);  $d$  – диаметр винта (6 мм);  $[\tau_{ср}]$  – допускаемое напряжение среза (для стали  $[\tau_{ср}] = 110-190 \text{ МПа}$ ).

Проведя расчеты, получим, что  $\tau_{ср} = 87,7 \text{ МПа}$ , то есть условие прочности выполняется.

Результаты расчётов крепёжных винтов на срез и смятие показали, что потребуются винты с размерами, не стандартизированными ГОСТ 17475-80 [2] что в дальнейшем может привести к дополнительным затратам при производстве. Также для целесообразности конструкции потребуется весьма точное изготовление каждой из деталей, что тоже скажется на конечной стоимости данного инструмента.

### **Выводы**

Таким образом, выполненный расчёт показал, что напряжение на смятие равно  $[\sigma_{см}] = 175,5 \text{ МПа}$ , на срез  $[\tau_{ср}] = 87,7 \text{ МПа}$ , допускаемое напряжение равно  $[\sigma_{см}] = [\tau_{ср}] = 190 \text{ МПа}$  что даёт нам 7,6% и 53,8% запас по прочности соответственно. Однако для использования такого типа пил в производстве потребуются исследования в реальных условиях, где присутствуют дополнительные специфические факторы, влияющие на работоспособность конструкции.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Н. В. Бурносков, Проектирование и производство деревообрабатывающего оборудования / Н. В. Бурносков С. А. Гриневич. БГТУ, 2008. – С.
2. ГОСТ 17475-80 «Винты с потайной головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры».

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ  
СЪЁМНЫХ ПЛАНК ПИЛ РАМНЫХ**

Рамное пиление — один из самых распространенных технологических процессов первичной обработки древесины и, как следствие, наиболее эффективный метод механической обработки.

Инструмент устанавливается в пильной рамке машины и крепится к верхним и нижним траверсам пильной рамки с помощью карабинов через закрепленные на полотне пилы металлические планки.

Суть данной работы заключается в разработке винтового соединения планок с полотном пилы рамной вместо заклепочного соединения, что позволяет обеспечить быструю замену пилы при ее неисправности или поломке. Также это даёт возможность их заменяемости или многократного использования.

При разработке конструкции съёмных планок у пил рамных использовалась технологическая характеристика лесопильной рамы модели Р63-4Б, функциональная схема которой представлена на рисунке 1.

Для определения диаметра винта проводились расчёты на срез и на смятие материала. Расчетная схема представлена на рисунке 2. [1,2]. Для расчёта на срез использовалась формула:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\tau_{ср}] \geq F$$

где:  $F$  — результирующая сила в нормальном сечении винта, Н;  $d$  — диаметр винта, мм;  $[\tau_{ср}]$  — допускаемое напряжение на срез, Н/мм<sup>2</sup>;

Для расчёта на смятие использовалась формула:

$$dh[\sigma_{см}] \geq F.$$

где:  $h$  — высота участка смятия, мм;  $[\sigma_{см}]$  — допускаемое напряжение на смятие, Н/мм<sup>2</sup>.

Для присоединения планки толщиной 5 мм к полотну пилы рамной с помощью винта с цилиндрической головкой определили его длину согласно ГОСТ 1491 – 80 [3]. Задали параметр резьбы винта М5\*10. Также было решено использовать винты с потайной головкой, которые часто применяют вместо болтов, когда выступающие головки мешают работе механизма. Максимальная сила натяжения полотна пилы составляет около 22000 Н. [4].

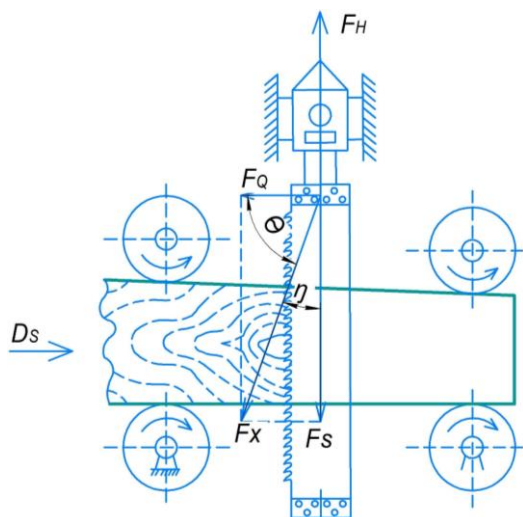


Рисунок 1 – Схема функциональная лесопильной рамы модели

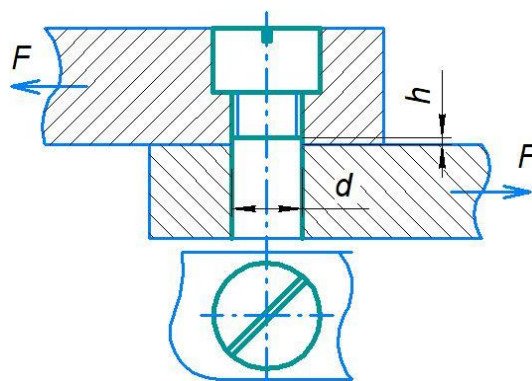


Рисунок 2 – Схема для расчета на срез и смятие материала

### Выводы

1. Выполненные расчёты показали, что для определения напряжения на смятие и срез сила равна 893,54 Н, допустимое напряжение на смятие равно 300 МПа и на срез 345 МПа (для стали маркой 40Х).
2. Применение в конструкциях съёмных планок у пил рамных уменьшается их количество, а так же имеется возможность перестановки планок с одной рамной пилы на другую.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дулевич А.Ф., ассистент Осоко С.А. Детали машин и основы конструирования: Учеб. пособие по курсовому проектированию для студентов оч. и заоч. форм обучения – Мн.: БГТУ, 2005. – 160 с.
2. Дорожко А.В., Ярмолик С.В. Механика материалов и конструкций. Расчетно-проектировочные работы: учеб.-метод. пособие – Минск: БГТУ, 2015. – 132 с.
3. ГОСТ 1491-80. Винты с цилиндрической головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2). Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июня 1980 г. N 3176 дата введения установлена 01.01.82, 7 с.
4. Зотов Г.А., Швырев Ф.А. Подготовка и эксплуатация дерево-режущего инструмента; Учебник для профтехучилищ – 4-е изд., перераб. и доп. – М.; Лесн. Пром-сть; 1986.-301 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КРИТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ШЛИФОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**

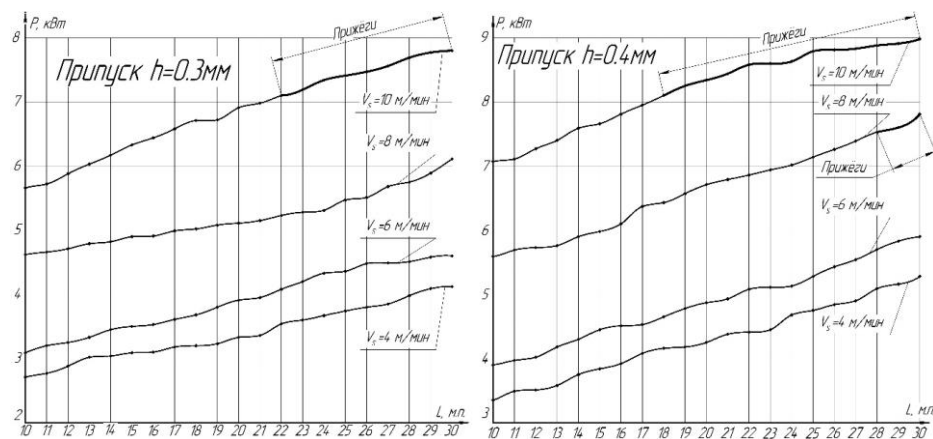
При работе на оборудовании для шлифования происходит потеря режущей способности шлифовального инструмента не в результате округления режущих кромок, а в результате заполнения пространства между зернами продуктами резания, что в значительной мере влияет на производительность процесса, увеличение потребления энергии, ухудшение качества обработанной поверхности [1-5].

Поэтому, существует необходимость в определении критических режимов шлифования, при которых будет происходить полное заполнение пространства между зернами продуктами резания. Наличие таких данных даст возможность определять рациональные режимы шлифования, при которых будет достигаться максимальная производительность оборудования, но не будет происходить критическое заполнение пространства между зернами. Это увеличит режущие характеристики инструмента, а, следовательно, увеличит и срок его эксплуатации до следующей замены. Так как при шлифовании древесины остатки продуктов резания, ввиду своей мелкой фракции, не полностью удаляются из межзернового пространства, шлифовальная шкурка теряет свои режущие способности и ухудшается качество обработки.

**Цель работы:** провести лабораторные исследования с целью определения критических режимов шлифования ограничивающих производительность оборудования по следующему критерию: появление дефектов резания при остром зерне шлифовальной шкурки в начальной стадии работы.

Шлифование является энерго-затратным технологическим процессом. При неправильно установленном режиме шлифования продукты резания могут полностью заполнить межзерновое пространство и в результате этого происходит трение их об поверхность заготовки, результатом чего является увеличение полезной мощности, а в критических случаях, образование дефектов обработки в виде прижогов. На рисунке 1 представлены графики зависимости полезной мощности от длины обрабатываемого материала по экспериментальным данным, подтверждающим увеличение энергопотребления, связанное с заполнением пространства между зернами остатками продуктов резания. Как видно из графиков, при повышении скорости подачи с 4 до 6 м/мин не происходит существенного увеличения полезной мощности, а при

изменении скорости подачи с 6 м/мин до 8 м/мин и более происходит значительное увеличение полезной мощности. Это свидетельствует о том, что межзерновое пространство заполняется продуктами резания и в результате их трения о поверхность заготовки повышается потребляемая мощность и в критических случаях образуются прижеги.



**Рисунок 1 – Графики зависимости полезной мощности  $P_{пол}$ , кВт, от длины обрабатываемого материала, м. п.**

Также исследования показали, что прижеги при припуске  $h = 0,3$  мм. начинаются на 22 м.п. при скорости подачи 10 м/мин. При припуске  $h = 0,4$  мм прижеги появились на 28 м.п. при скорости подачи 8 м/мин и на 18 м.п. при скорости подачи 10 м/мин. Это свидетельствует о том, что при данных режимах из-за большого количества образующейся продуктов резания и под действием большого давления и температуры происходит «налипание» древесных частиц на рабочую часть шлифовальной ленты, вследствие чего она теряет свои режущие способности.

**Выводы:** Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Очистка шлифовальной шкурки от продуктов резания в современном оборудовании не является совершенной, что подтверждается результатами исследования, когда с увеличением пути резания увеличивается мощность шлифования.
2. Потеря режущей способности шлифовальной шкурки происходит в результате заполнения межзернового пространства, а не в результате округления режущей кромки зерна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский, А.Л., Цветкова Н.И. «Резание древесины», учебное пособие для студентов вузов по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»/ Минск, «Вышэйшая школа», №75-304с.

2. В.Н. Любченко. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов. –М.: Лесн. Промышленность, 1986г. – 296 с.

3. Гришкевич А. А., Костюк О. И. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки // ДЕРЕВООБРАБОТКА: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междун. евразийского симпозиума. – Екатеринбург, 2015. С. 156-162.

4. Костюк, О. И. Результаты экспериментальных исследований по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины / О. И. Костюк // Труды БГТУ. - Минск : БГТУ, 2016. - № 2 (184) 2016 год. - С. 281-284.

5. Гришкевич, А.А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности», 1-46 01 02 «Технология деревообрабатывающих производств», 1-08 01 01-04 «Профессиональное обучение (деревообработка)»/ Сост. А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин. – Минск: БГТУ, 2018. – 90 с.

УДК 621.934:674

Студ. В. А. Адуло

Науч. рук. канд. техн. наук В. Т. Лукаш

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

## **ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ДИСКОВЫХ ПИЛ С ПОДЧИЩАЮЩИМИ НОЖАМИ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**

Дереворежущие пилы широко используются для распила любых видов древесины и древесных материалов на предприятиях, производящих пиломатериалы и изделия из дерева. Для повышения эффективности работы пилы, а именно: лучшего удаления опилок из пропила, уменьшения нагрева режущей кромки зубьев, увеличения теплоотдачи, препятствования заклиниванию пилы, предохранения пилы от повреждений и деформаций, применяют дополнительные ножи.

В зависимости от выполняемой функции эти ножи имеют различное название:

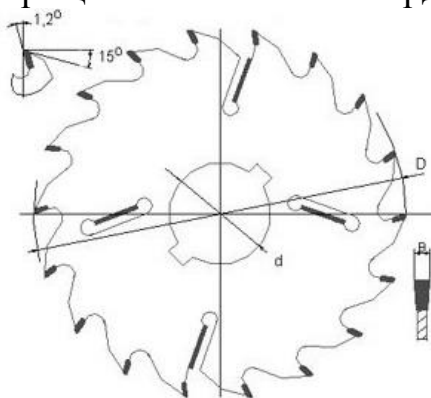
- «подчищающие»;
- «расклинивающие»;
- «стабилизирующие».

Традиционно для придания поверхностям пиломатериалов и пиленых заготовок требуемого качества принято производить их повторную обработку на строгальных станках. Что приводит к удлинению технологического процесса и дополнительным трудозатратам. В разное время было предложено множество конструкций дисковых пил (патенты №282645, №487759, №961946, № 939191, №1544557), главной идеей которых было улучшение качества обрабатываемой поверхности с целью отказа от процесса чистового фрезерования. Одним из вариантов повышения эффективности круглых пил стало использование подчищающих ножей.

В настоящее время для продольной распиловки пиломатериалов, из-за простоты изготовления и невысокой стоимости, широко используют дисковые пилы с напаянными стабилизирующими ножами. Пример такой пилы приведён на рисунке 1.

Однако процесс пайки вызывает ряд таких негативных явлений, как:

- изменение исходных свойств твёрдого сплава;
- остаточные деформации и напряжения полотна пилы;
- изменение исходных свойств материала дисковой пилы;
- образование трещин в пластинках твёрдого сплава.



**Рисунок 1 – Конструкция дисковой пилы для продольной распиловки древесины с напаянными стабилизирующими ножами**

Всё это ведёт к ухудшению качества пильного диска, а также к снижению производительности. Главным же недостатком известных дисковых пил со стабилизирующими ножами является тот факт, что эти ножи соединены с корпусом пилы неразъёмно, что не даёт возможность затачивать их, как это делается с зубьями пилы. Поэтому в ходе эксплуатации и заточки пилы ширина зуба уменьшается, в отличие от ширины стабилизирующего ножа, и они становятся различны по ширине. Для решения данной проблемы возможны варианты с использованием быстросъёмных ножей. Работы в данном направлении

велись (патент №961946 и патент №2041798 и др.), однако из-за сложности и дороговизны конструкций от этих вариантов пришлось отказаться. В наше время изготовление пил со съёмными подчищающими ножами целесообразно, так как современные технологии позволяют изготовить их без существенных затрат.

**Вывод:** анализ конструкций дисковых пил, современные тенденции в этой области, а также пути их совершенствования в направлении улучшения качества обработанной поверхности позволили сделать вывод, что применение пил со съёмными ножами повышает производительность и качество обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Санёв В. И. Обработка древесины круглыми пилами. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 231 с.
2. Стахийев, Ю. М. Работоспособность круглых пил. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 381 с.
3. База патентов СССР. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://patents.su/> – Дата доступа: 19.04. 2020.

УДК 674.812:662.838(476)

Студ. Н. А. Рогов

Науч. рук. канд. техн. наук В. Т. Лукаш

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Не смотря на постоянное развитие оборудования и внедрение новых технологий на деревообрабатывающих производствах древесные отходы составляют значительную долю при переработке исходного сырья. Наиболее перспективным способом использования древесных отходов является получение из них пеллет – топливных гранул длиной от 10 до 30 мм и диаметром 6-10 мм, по теплотворной способности сравнимых с углем.

Процесс производства пеллет включает следующие этапы:

- 1) крупное дробление сырья с помощью дробилок;
- 2) высушивание полуфабрикатного материала в сушилках барабанного или ленточного типа до получения уровня влажности на уровне 8-12%;
- 3) мелкое измельчение полученной продукции (до 2 мм) с помощью молотковых мельниц;
- 4) незначительное увлажнение промежуточного продукта водой или паром с использованием шнековых смесителей для того, чтобы сырье лучше склеилось в процессе прессования;
- 5) прессовка с



дальнейшим охлаждением пеллет; б) просеивание и упаковка конечного продукта.

Основным агрегатом линии по производству пеллет является гранулятор. По конструкции грануляторы могут быть с плоской матрицей, с круглой матрицей и с двумя вертикально вращающимися матрицами.

В грануляторах с плоской горизонтальной вращающейся матрицей материал продавливается через отверстия в ней прессующими вальцами и формируется в гранулы. Такие грануляторы небольшие по размеру, имеют простую конструкцию, а потому подходят предприятиям с малым объемом переработки, а также частным хозяйствам.

К недостаткам этого оборудования можно отнести то, что при определенной окружной скорости возникает относительное смещение материала под действием центробежных сил к периферии матрицы и, как следствие, неравномерная нагрузка на ее рабочую поверхность. Кроме того, из-за разности угловых скоростей роликов происходит неравномерный износ поверхности матрицы и роликов. Ремонт гранулятора с плоской матрицей обойдется дороже, чем гранулятора с круглой матрицей, так как при выходе из строя одного подшипника в ролике, как правило, меняются все подшипники на роликовой головке;

В грануляторах с круглой вертикальной вращающейся матрицей материал продавливается через отверстия матрицы прессующими вальцами и формируется в гранулы. В данной конструкции пресса каждый ролик индивидуально подводится к матрице, обеспечивая необходимый зазор и тем самым наилучшее качество получаемого продукта, а также равномерный износ роликов и матрицы.

Прессы этой конструкции наиболее распространены, на их долю приходится около 90% всего рынка грануляторов. Их недостатком является большая окружная скорость и, как следствие, чувствительность к влажности и фракции гранулируемого материала, а также большее энергопотребление; большое энергопотребление.

Грануляторы с двумя вертикальными, вращающимися в противоположных направлениях матрицами роликов не имеют. Матрицы расположены так, что их внешние диаметры накладываются друг на друга, как зубчатая передача. Такие грануляторы не нашли широкого применения из-за высоких эксплуатационных издержек и сложностей в работе.

Наиболее распространены плоские и круглые матрицы грануляторов. Диаметр плоских матриц составляет 100–1250 мм, толщина – 20–100 мм. Диаметр круглой матрицы достигает 1000 мм.

Толщина матрицы должна быть в 10 раз больше диаметра отверстий. Так, для изготовления гранул диаметром 4,8 мм применяют матрицы толщиной 50,8 мм с зенковкой отверстий. При этом эффективная длина образования гранул составляет 38,1 мм. Отверстия для гранул диаметром 9,5 мм и выше обрабатывают на конус до половины, а в некоторых случаях и больше. Для прессования гранул диаметром от 2,4 до 4,8 мм верхние кромки отверстий имеют малую раззенковку у впуска.

При выборе матрицы гранулятора прежде всего надо ориентироваться на вид планируемых к производству пеллет.

Качественно изготовленная матрица должна сочетать в себе высокую износоустойчивость и упругость, стойкость к поломкам и коррозии. Поэтому для изготовления, как правило, используют закаленные стали марок 40X, HARDOX 500, 20CRMN и другие твердостью 45–60 HRC.

Производительность гранулятора зависит от количества и диаметра отверстий матрицы, а также от ее площади. Сегодня производители выпускают пресса мощностью от 500 кг до 5 т гранул в час. И модельный ряд основного оборудования для изготовления пеллет – грануляторов – как и перечень компаний-производителей, постоянно растет, совершенствуются их конструкции.

По данным [1] производство пеллет в первом квартале 2020 г. выросло по сравнению с предыдущим годом как Европе (в Германии на 14%), так и в странах постсоветского пространства (в России на 11,9%). При этом из общего объема производимых пеллет около 60% получено исключительно из отходов деревообработки.

Вместе с ростом производства растет и потребление этой продукции (таблица 1). Поэтому экспорт древесных пеллет является привлекательным направлением для инвестиций в Республике Беларусь. Организации министерства лесного хозяйства Республики Беларусь активно работают над созданием новых пеллетных производств на базе лесхозов. Так до 1 мая 2020 года планируется запуск производств на базе Борисовского опытного и Пружанского лесхозов с общей стоимостью проектов 13,7 млн белорусских рублей (\$6,44 млн) и 9,5 млн белорусских рублей (\$4,5 млн) соответственно.

До 1 июня 2020 г будут введены в эксплуатацию еще четыре пеллетных производства в Кличевском, Новогрудском, Житковичском, Мозырском опытных лесхозах. Суммарная годовая мощность шести новых производств по выпуску пеллет составит около 156 тыс. т. Ввод этих объектов в эксплуатацию позволит дополнительно вовлечь в переработку до 350 тыс. м<sup>3</sup> низкокачественной древесины и

более 120 тыс. м<sup>3</sup> отходов лесопиления в год. Ориентировочная совокупная стоимость проектов — около 70 млн белорусских рублей (\$32,9 млн).

**Таблица 1 – Темпы роста потребления пеллет в 2014-2020 г.**

Показатель	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Темп роста мирового потребления, % г/г	12,5	8,1	13,0	9,1	8,3	7,7	12,6
Темп роста потребления в Европе, % г/г	4,0	5,8	14,6	6,9	6,5	6,1	4,8

**Вывод:** Учитывая темпы роста мирового потребления пеллет в последние годы и среднюю стоимость 1 тонны топливных гранул (245,94 евро за тонну) можно сказать что производство пеллет является одним из самых перспективных направлений использования отходов деревообработки. И в будущем пеллеты смогут если не полностью, то в значительной мере заменить для Республики Беларусь углеводородное топливо.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красногорская, И. Будущее – за пеллетами / *И. Красногорская*, ЛесПромИнформ – №3 (25). – 2005 г.
2. Глуховский, В. Обзор технологий гранулирования / В. Глуховский, О.Куницкая, И. Григорьев // *Лесная индустрия*. – №9 (125). – 2018 г.

УДК 674.055:621.914.2

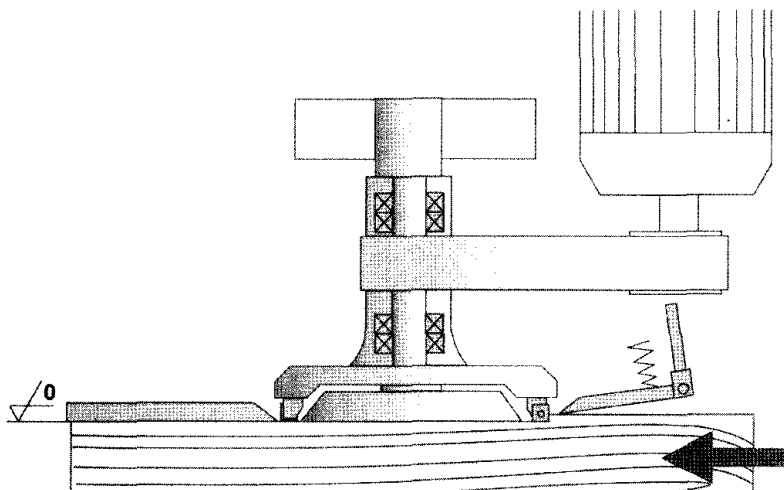
Студ. Е. М. Харук

Науч. рук. канд. техн. наук В. Т. Лукаш

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

#### **ТЕХНОЛОГИЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ROTOLES**

В данной работе рассмотрена технология фрезерования Rotoles, её преимущества и способ применения. Главный принцип системы Rotoles – это модификация фрезеровки лицевых поверхностей, примененная для широких плоских поверхностей из дерева, из пластмассы и из легких сплавов. Своеобразие системы заключается в увеличенном размере рабочей головки. Главной особенностью является специальная направляющая плита, расположенная над ротором, которая обеспечивает точное ведение заготовки через центр ротора и, таким образом, через всю машину. Основной принцип обработки на системе Rotoles представлен на рисунке 1.

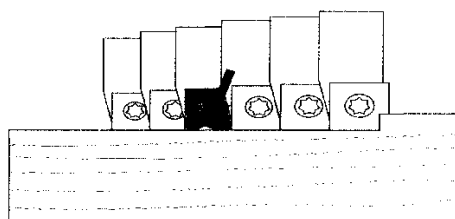


**Рисунок 1 – Принцип обработки на системе Rotoles**

Достоинствами технологии является:

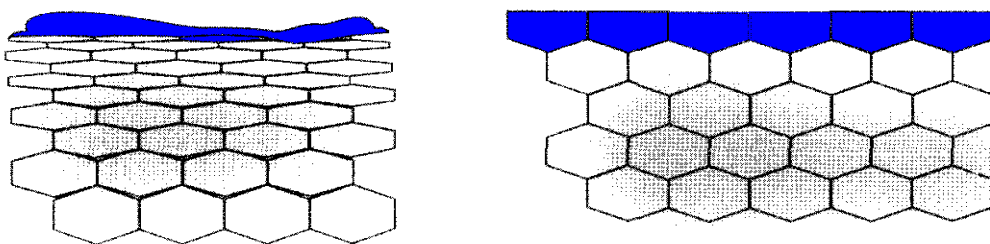
- нет сколов по краям;
- нет волны от ножей на поверхности;
- более высокая точность калибровки при большей скорости обработки;
- идеальная машинная обработка сучков и их кромок и других поврежденных участков;
- не деформируется структура древесины, гладкая поверхность с открытыми порами;
- меньше расход клея при производстве клееных балок, панелей и паркета;
- равномерно распределенный клеевой шов – устойчивые результаты тестов на расслоение;
- лучшее проникновение краски, масла или воска в структуру древесины.

Случайная поломка или износ режущей кромки одного из ножей не оказывает влияния на качество поверхности, так как следующий нож исправит возникшее отклонение поверхности, что показано на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Путь резцов**

При обработке с помощью технологии Rotoles (справа) верхние поры полностью открыты и клей впитывается лучше (рисунок 3)



**Рисунок 3. – Проникновение клея в поверхность древесины**

#### **Область применения технологии.**

Технология Rotoles применяется в односторонних фрезерно-калибрующих станках Rotoles 400 D-S, Rotoles 600 D-S и в двусторонних фрезерно-калибрующих станках Rotoles 400 PD-SV, Rotoles 600 PD-SV и четырехсторонних станках Rotoles.

#### **Вывод:**

Данная технология фрезерования обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционным методом обработки, она применяется в четырехсторонних и в одно и двухсторонних фрезерно-калибрующих станках, исходя из вышеперечисленного данный метод можно применить и в рейсмусовых станках(СР 6-9,С2Р12).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Четырехсторонний комбинированный калибровочный и строгальный станок Rotoles // Журнал «Деревообработка в мире». – 2005. – №3. – С.8.
2. Rihtar, Anna Технология строгания «Rotoles» / Anna Rihtar // Журнал «Деревообработка в мире». – 2004. – №2. – С. 13-17.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ НОЖЕЙ В АГРЕГАТНОЙ  
ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Постоянно возрастающие требования к качеству продукции из древесины, рациональное и экономное использование древесного сырья требуют новых разработок, направленных на совершенствование агрегатного оборудования, улучшение показателей его работы, а также создание новых образцов машин, позволяющих более эффективно перерабатывать древесное сырье.

Ножи фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например, углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС повышенной прокаливаемости, высоколегированных сталей марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ и 55Х7ВСМФ. Для фрезерно-брусующих станков также применяются различные методики увеличения технологической стойкости режущего инструмента [1]. Нами была изготовлена опытная партия ножей из стали 6ХС для торцово-конических фрез конструкции, аналогичной импортной (производства Faba, Польша, сталь 40Х10С2М), выбранная на основании ранее проведенных исследований [2]. Ножи были подвергнуты различным методам поверхностной модификации, позволяющих повысить их технологическую стойкость: термическая обработка (ТО) [3], комбинация ТО и магнитно-импульсного обработки (МИО) [4], а также ТО и ионно-вакуумного азотирования (ИВА) [5].

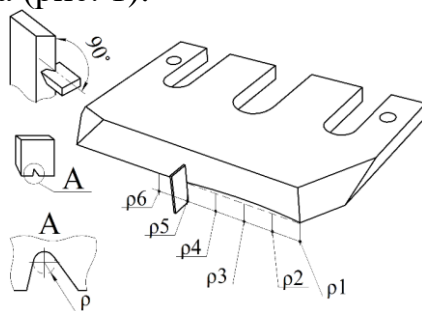
Технологические параметры проведения промышленных испытаний в условиях производства ОАО «Борисовский ДОК» следующие: фрезерно-брусующая машина второго ряда V25 в составе линии агрегатной переработки древесины LINK (Германия), материал обработки – древесина хвойных пород (сосна, ель; соотношение, %, состава пород 93/7 соответственно); объём обработки – 2100 м<sup>3</sup>; время работы – 40 ч.; скорость подачи – 36 м/мин; частота вращения фрез – 750 об/мин.

За время проведения опытно-промышленных испытаний на участок переработки поступала древесина с большим разбросом диапазона относительной влажности (20–45%) и наличием абразивных элементов (металлических и неметаллических включений), что негативно сказывалось на работоспособности дереворежущего инструмента по

сравнению с обработкой чистой и более однородной по влажности свежесрубленной древесины.

Фотографии режущей кромки ножей и максимального радиуса округления по длине рабочей части ножа, а также численное его значение ( $\rho_{\max}$ , мкм), после испытания будут приведены под описанием методов поверхностной модификации.

Методом слепков [2] определялся радиус округления  $\rho$ , мкм, режущей кромки ножа (рис. 1).



**Рисунок 1 – Метод слепков**

Часть из комплекта ножей подверглись термической обработке – закалке с температуры  $750^{\circ}\text{C}$ . Твёрдость составила 56 HRC. Результаты измерений радиусов округления режущей кромки  $\rho_n$ , мкм, опытного образца после 5 смен работы приведены в таблице.

Поверхность части ножей модифицировали в камере вакуумно-плазменной установки, в среде N-N-Ag при температуре  $390^{\circ}\text{C}$  и времени выдержки 12 часов. Твёрдость – 50 HRC. Результаты измерений  $\rho_n$ , мкм, режущей кромки приведены в таблице.

Часть ножей из стали 6ХС подвергалась магнитно-импульсной упрочняющей обработке – МИО с величиной энергии 8 кДж. Твёрдость – 57 HRC. Результаты измерений  $\rho_n$ , мкм, режущей кромки приведены в таблице 3.

**Таблица – Результаты измерений радиуса округления режущей кромки**

Способ упрочнения	Расстояние по кромке, мм					
	1	15	30	45	60	72
Термическая обработка	139	133	124	83	58	33
Термическая обработка с магнитно-импульсной упрочняющей обработкой	117	122	105	69	49	29
Термическая обработка с ионно-вакуумным азотированием	101	169	152	138	93	69

Невысокую технологическую стойкость показывает метод модификации ТО+ИВА. Аварийный износ режущей кромки (рис. 2, график ТО+ИВА) показывает, что возможно была нарушена технология модификации инструмента. Более стабильную технологическую стойкость показали ножи, модифицированные методами ТО и ТО+МИО.

**Выводы:** По результатам проведённых производственных испытаний на ОАО «Борисовский ДОК», были получены следующие результаты:

1. Комплект ножей, упрочнённых методом ТО+ИВА не подтвердил свою эффективность, отработав лишь 4 часа (250 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов), при этом полностью потеряв режущую способность древесины сосны. Максимальный радиус округления режущей кромки  $\rho_{\max}$  составил 163 мкм.

2. Лучшую технологическую стойкость, по сравнению с комплектом ножей, упрочнённых методом ТО+ИВА, показали ножи, модифицированные термическим способом, отработав 40 часов (2100 м<sup>3</sup>) и при этом  $\rho_{\max} = 180$  мкм (средний показатель технологической стойкости ножей, используемых на предприятии –  $\rho_{\max} = 178$  мкм).

3. Самый высокий показатель технологической стойкости – у ножей, модифицированных по технологии МИО+ТО. Максимальный радиус округления составил 156 мкм по истечению 40 часов работы. Было обработано 2100 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов.

Различные способы упрочнения ножей позволили добиться результатов технологической стойкости равными и превосходящими по стойкости ножи импортного производства (увеличен ~20%). Из этого можно сделать вывод, что ножи соответствуют эксплуатационным требованиям и могут быть рекомендованы для использования на отечественных деревообрабатывающих предприятиях, использующих агрегатную технологию переработки древесины хвойных пород.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зотов Г. А., Памфилов Е. А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента. М.:Экология, 1991. 304 с.

2. Клепацкий И. К. Эффективные методы повышения технологической стойкости ножей для агрегатной переработки древесины // Труды БГТУ. Серия 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2018. № 1(204). С. 190–195.

3. Алифанов А. В. Повышение эксплуатационных свойств дереворежущих ножей комбинированным методом нанесения вакуумных упрочняющих покрытий и магнитно-импульсной обработки / Алифанов А.В. [и др] // Литье и металлургия. 2014. № 2. С. 95-100.

4. A. Sokołowska, J. Rudnicki, E. Wnukowski, P. Beer, T. Wierzchoń, K.J. Kurzydłowski Glow discharge assisted low-temperature nitriding of knives used in wood processing. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 37, issue 2, 2009. p. 690-693.



**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ  
ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ «МИНСКОГО  
МОЛОЧНОГО ЗАВОДА №1»**

В ОАО "Минский молочный завод №1" ведется целенаправленная работа по повышению энергоэффективности производства и рациональному использованию ТЭР: разрабатываются планы работ по энергосбережению, приказы и распоряжения по экономному использованию ТЭР, внедряются энергосберегающие мероприятия на каждый год.

Годовой расход электрической энергии на выработку, транспортировку и потребление холода составляет около 9980 тыс.кВт·ч (43.7% от годового расхода). Расход ТЭР на холодоснабжение от обобщенных энергозатрат предприятия составляет около 25% (3053 т у.т.) и является достаточно крупной статьёй энергопотребления.

В качестве мероприятий по повышению эффективности систем холодоснабжения предлагается замена нагнетательных и возвратных трубопроводов для напорных и безнапорных аппаратов, которые эксплуатировались со старой теплоизоляцией на основе минеральной ваты на пенополистирольную скорлупу.

Пенополистирольная скорлупа для теплоизоляции труб – это новый, наиболее эффективный вид теплоизоляции труб разных диаметров (15 – 1440 мм), транспортирующих различные жидкости и газы, эксплуатирующиеся в диапазоне температур от  $-188^{\circ}\text{C}$  до  $+95^{\circ}\text{C}$ .

Преимущества использования пенополистирольной скорлупы:

- коэффициент теплопроводности 0,02– 0,03 Вт/м град;
- уменьшение тепловых потерь в трубопроводах в 2– 3 раза;
- увеличение срока службы теплоизоляционного покрытия;
- возможность многократного использования;
- быстрый доступ к поврежденным участкам трубопровода.
- увеличение срока эксплуатации труб без ремонта в 2,5 - 3 раза;
- сокращение денежных и трудовых затрат;
- практически не впитывает влагу;
- гораздо более быстрый монтаж теплоизоляции по сравнению с материалами из минеральной ваты;
- отсутствие мостиков холода, достигаемое за счет усовершенствованной системы стыков;

–электрическая безопасность, данный материал является 100% диэлектриком.

Внешний вид пенополистирольных скорлуп представен на рисунке 1.



**Рисунок 1– Внешний вид пенополистирольных скорлуп**

Потери холода при изоляции труб минеральной ватой составляют 522,6 Гкал, при пенополистирольной скорлупе – 204,5 Гкал. Эффективность мероприятия достигается за счет сокращения потерь холода в сетях и, соответственно, экономии электрической энергии на его выработку и транспортировку. Экономия электроэнергии составляет 112,9тыс.кВт·ч/год, экономия ТЭР - 34,5 т у.т. Простой период окупаемости составляет 5,6 лет.

Еще одним мероприятием для повышения эффективности систем холодоснабжения является перенос снабжения холодом в виде "ледяной" воды от двух аммиачных холодильных установок – старой АХУ производственной площадки №1 и новой АХУ установки к новой. Экономический эффект в данном случае достигается за счет снижения расхода электрической энергии на выработку холода. Это также позволит оптимизировать загрузку оборудования новой АХУ, тем самым повысив её эффективность.

Экономия электроэнергии составляет 1209,2 тыс.кВт·ч/год, экономия ТЭР - 370 т у.т. Простой период окупаемости составляет 0,8 лет.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРЮЧИХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЯНОГО ПАРА**

Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических установках (системах), который не используется в самой установке, но может быть частично или полностью использован для энергоснабжения других установок [1].

ВЭР можно использовать непосредственно (без изменения вида энергоносителя), либо за счет выработки более высокопотенциального или другого типа теплоносителя в утилизационных установках.

Утилизационная установка – устройство для выработки высокопотенциальных энергоносителей за счет утилизации ВЭР.

Все ВЭР принято классифицировать по способу получения энергии следующим образом:

1. Горючие ВЭР – отходы, обладающие химической энергией и могут быть использованы в качестве топлива.
2. Тепловые ВЭР – отходы, обладающие физической теплотой.
3. ВЭР избыточного давления – отходы, обладающие потенциальной энергией.

Горючие ВЭР делятся на:

– твердые – отходы деревообрабатывающей промышленности (древесные отходы, отходы гидролизного производства и целлюлозно-бумажных фабрик), отходы сельского и коммунального хозяйства (солома, ботва растений, городской мусор и др.), твердые промышленные отходы;

– жидкие – горючие стоки, жидкие промышленные отходы;

– газообразные – отходы технологических процессов химической и термохимической переработки сырья (пластмасс, каучука, отходы электродного производства и т.д.), доменный и коксовый газы.

К тепловым ВЭР относятся:

– продукты сгорания (газы и шлаки) котельных установок и промышленных печей, отработанный пар (высокопотенциальные – более 500 °С);

– теплота рабочих тел, теплоносителей систем охлаждения (среднепотенциальные – от 100 до 500 °С);

– теплота вентиляционного воздуха, сточных вод (низкопотенциальные – менее 100 °С).

К ВЭР избыточного давления относятся:

– газы, жидкости и сыпучие тела, покидающие технологические агрегаты с избыточным давлением, которое необходимо снижать перед последующей ступенью использования этих материалов или при выбросе их в атмосферу, водоёмы и другие приёмники.

– также тела с избыточной кинетической энергией.

ВЭР могут использоваться по следующим направлениям:

– топливному – с использованием непригодных к дальнейшей переработке горючих отходов в качестве топлива;

– тепловому (холодильному) – при использовании или генерировании в утилизационных установках тепла;

– силовому – с использованием механической и электрической энергии, вырабатываемой за счет ВЭР;

– комбинированному – для производства теплоты (холода), электрической или механической энергии.

Выход ВЭР оценивается по их энергетическому потенциалу:

– для горючих ВЭР – это низшая теплота сгорания;

– для тепловых ВЭР – перепад энтальпий;

– для ВЭР избыточного давления – работа изоэнтропного расширения.

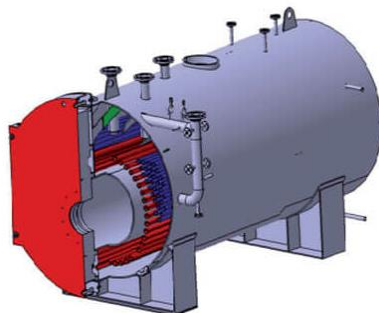
В работе будет использоваться утилизация следующих горючих ВЭР с целью получения тепловой энергии:

1. Метанольная фракция – смесь газообразных отходов.

2. Х-масла – смесь отработавших масел ( жидкие отходы).

3. Смесь эфиров и ксилот- жидкие отходы.

Все эти отходы могут сжигаться в котлоагрегате, показанном на рис.1 [2]. Он представляет собой трехходовой жаротрубный паровой котел с расположенной внутри полностью водоохлаждаемой поворотной камерой отходящих дымогарных газов и задней стенкой из килевых *astebo*-труб.



**Рисунок 1 - Котлоагрегат фирмы “Астебо” серии THDI**

Корпус котла состоит из цилиндрической обечайки, переднего и заднего днища, из эксцентрично расположенной жаровой трубы и задней поворотной камеры с килевыми astebo-трубами, обеспечивающими максимальную передачу тепловой энергии от дымогарных газов к теплоносителю, из газоходов дымогарных газов, из патрубков для подключения арматуры расположенными сбоку от фронта котла (как справа (стандартно), так и слева, по письменному желанию заказчика).

Применение экономайзера позволяет подогреть питательную воду, снижая температуру отходящих газов. В этом случае общий К.П.Д. котловой установки возрастает до 94%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сухоцкий А. Б. Вторичные энергетические ресурсы. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Учебно-методическое пособие. – Минск : БГТУ, 2012. – 92 с.

2. ORC System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://astebo.ru/parovye-kotly-serii-thd-i.html>. – Дата доступа: 13.05.2020.

УДК 628.81

Студ. Д.Н. Домашевский

Науч. рук. проф. А. А. Андрижиевский

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

В данной работе рассматриваются энергетические и экономические предпосылки использования солнечной энергии в автономных системах электроснабжения.

При этом рассматривается:

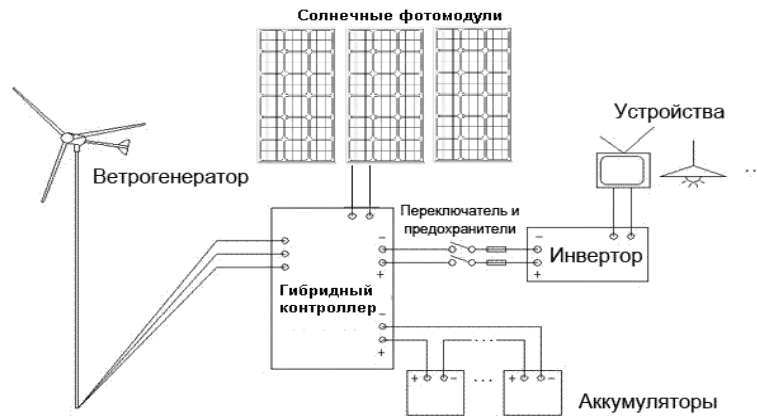
– замещение автономной системы аварийного электроснабжения на основе дизель генератора автономной системой на основе фотоэлектрических батарей;

– частичное замещение централизованного электроснабжения при работе системы в номинальном режиме.

Система автономного электроснабжения обеспечивает электропитанием отдельно от основной сети и активно используется в загородных домах и коттеджах. Автономный источник электропитания может получать электрическую энергию от следующих основных источников: генераторов на основе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) – дизельных, бензиновых или газовых; ветрогенераторов; солнечных батарей; комбинации всех вышеперечисленных источников. Сложность и конфигурация

решения для коттеджного дома зависит от того, какие электрические приборы будут потреблять электричество и в каком количестве.

На рис 1. приведена схема гибридной автономной системы электроснабжения в составе ветрогенератора и солнечных батарей.



**Рисунок 1 - Схема гибридной автономной системы электроснабжения в составе ветрогенератора и солнечных батарей**

На рис.2 приведены базовые элементы представленной выше гибридной автономной системы электроснабжения.

Современные ветрогенераторы экологичны, достаточно надежны и просты по конструкции, но требуют регулярного технического обслуживания из-за наличия механических узлов вращения. Основной минус ветрогенератора в том, что для его работы требуется наличия в месте установки постоянного ламинарного потока ветра со скоростью не менее 7-9 метров.



**Рисунок 2 - Базовые элементы гибридной автономной системы электроснабжения:  
а– ветрогенератор; б – модульная фотобатарея**

Солнечные батареи состоят из полупроводниковых элементов, поглощающих световое излучение и преобразующих его в электрическую энергию. Для их выбора есть целый ряд предпосылок:

- не требуют никаких расходов в течение всего срока эксплуатации - а это как минимум 25-40 лет;
- легкая установка - достаточно ориентировать батареи на юг так, чтобы они как можно меньше затенялись окружающими предметами;
- эффективность очень медленно снижается при эксплуатации и за 25 лет не будет ниже, чем на 20% от первоначальной.

Примерная расчетная стоимость рассматриваемой гибридной автономной системы электроснабжения мощностью ~ 14 кВт – 576000 руб.

### **Заключение**

Основным плюсом внедрения гибридной автономной системы электроснабжения является ее независимость от местных электросетей в аварийных ситуациях и снижение затрат на выработку электроэнергии дизельными электрогенераторами. Кроме того, это позволяет снизить отрицательное воздействие процесса сжигания углеводородного топлива на окружающую среду.

УДК 621.472

Студ. С.С. Плюто

Науч. рук. проф. А. А. Андрижиевский

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

Количество солнечной энергии, поступающей на Землю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов. Использование всего 0,0125 % могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5 % – полностью покрыть потребности в будущем. Среднегодовое поступление солнечной энергии на земную поверхность составляет 243 кал на 1 см<sup>2</sup> за сутки, что равняется 2,8 кВт·ч/м<sup>2</sup>, а если учитывать КПД преобразования для гелиоэлектричества то 0,3 кВт·ч/м<sup>2</sup>. В Беларуси есть достаточный потенциал для использования энергии солнца. Число часов солнечного сияния, которое характеризует солнечное излучение, составляет для Беларуси ~1800.

Основными направлениями использования энергии солнца являются гелиоводоподогреватели (ГВН) и различные гелиоустановки для интенсификации процессов сушки и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве. В качестве областей конверсии солнечной энергии можно назвать гелиотермальную энергетику; «солнечный парус»; термо-

воздушные электростанции; фотоэлементы; солнечные аэростатные электростанции.

Системы солнечного отопления делятся на *активные* и *пассивные*. *Активные* системы, это системы солнечного низкотемпературного отопления, в которых гелиоприемник является самостоятельным, отдельным, не относящимся к зданию, устройством. *Пассивные* системы солнечного отопления используют ориентированные в южном направлении остекленные элементы строительных конструкций больших площадей для накопления и передачи тепла потребителю.

Традиционной схемой большинства систем солнечного теплоснабжения является схема с использованием солнечных коллекторов с аккумуляцией полученной энергии в баке-накопителе. Вода является теплоемким и широкодоступным теплоносителем. В жидкостных коллекторах солнечная энергия нагревает жидкость, текущую по трубкам, прикрепленным к поглощающей пластине. В самых простых жидкостных системах используется обычная вода, которая нагревается прямо в коллекторе и поступает в ванную, кухню. Такие системы относятся к так называемым «разомкнутым» системам. В случаях, когда в качестве теплоносителя используется незамерзающая жидкость, теплоноситель поглощает тепло, накопленное коллектором, и проходит через теплообменник (водяной бак в доме). Эти системы называются «замкнутым» системами.

Воздух – широко распространенный незамерзающий теплоноситель. При применении его в качестве теплоносителя возможно совмещение систем отопления с системой вентиляции. Воздушные коллекторы представляют собой простые плоские коллекторы и используются в основном для отопления помещений и сушки сельскохозяйственной продукции. Воздух проходит через поглощающие пластины (металлические панели, многослойные экраны) благодаря естественной конвекции или под действием вентилятора. Основные достоинства таких систем – простота и надежность.

Основным конструктивным элементом конверсии солнечной энергии являются *солнечные коллекторы*. Имеются плоские и вакуумные солнечные коллекторы. Плоские солнечные коллекторы являются наиболее распространенным типом коллекторов. Принцип их действия следующий: видимые лучи солнца, проникая сквозь стекло, встречаются с черным дном коллектора и в значительной степени поглощаются им. Дно излучает инфракрасные лучи, которые не могут проникнуть сквозь стекло обратно наружу, а в нижнем направлении им преграждает путь слой теплоизоляции. Задержанное тепло передается теплоносителю. В вакуумном водонагревателе-коллекторе объем, в котором находится темная поверхность, поглощающая солнечное излучение, отделен от окружающей сре-



ды вакуумированным пространством, что позволяет практически полностью устранять потери теплоты в окружающую среду за счет теплопроводности и конвекции. Такой коллектор обеспечивает сбор теплоты в любую погоду.

Солнечные коллекторы обычно используются в системах автономного теплоснабжения. Конструктивными элементами такой системы являются:

- коллекторы, которые размещаются на крыше дома или возле него;
- бак-накопитель, в котором хранится нагретая вода, и из которого ее можно изымать для различных нужд.

Когда температура воды в коллекторе превысит температуру в баке, система управления включает насосы, что заставляет воду циркулировать между коллектором и баком. Чтобы иметь теплую воду и отопление в периоды неблагоприятных погодных условий и в зимнее время в систему интегрируется котел на древесном топливе, газе, электронагреватель и ее подключают к центральному отоплению.

Использование в системах автономного теплоснабжения солнечных коллекторов позволяет экономить дорогостоящее углеводородное топливо, снижая при этом выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

УДК 621.181.234:621.11

Студ. М. В. Гринюк

Науч. рук. д.т.н., профессор В. И. Володин

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **МИНИ-ТЭЦ С ТЕРМОМАСЛЯНЫМ КОТЛОМ И ОРГАНИЧЕСКИМ РАБОЧИМ ТЕЛОМ**

В настоящее время становится эффективным применение небольших по мощности теплоэлектростанций (мини-ТЭЦ). Использование мини-электростанций в ряде случаев экономически выгоднее, чем производство энергии на крупных ТЭЦ. Несмотря на то, что применение малых теплофикационных мощностей берет начало в 50-х гг. прошлого столетия, имеется ряд новых аспектов, которые следует учитывать на современном этапе развития теплоэнергетики.

В настоящее время на Западе часто используются мини-ТЭЦ с органическим циклом Ренкина. Принцип органического цикла Ренкина идентичен паровому циклу: паровая турбина преобразовывает тепловую энергию в механическую и, наконец, в электрическую энергию с помощью электрического генератора. Отличие заключается в том,

что в паровом цикле Ренкина в качестве рабочего тела используется вода, в то время как в органическом цикле – органические жидкости с низкой температурой кипения (пентан, аммиак, силиконовое масло). Если для нагрева органического вещества необходимо использовать котел, то применяются специальные термомаслянные котлы, в которых рабочим телом является термомасло.

Термомасло используется в качестве промежуточного теплоносителя для того, чтобы исключить перегрев органической жидкости. Оно представляет собой нефтяное масло-теплоноситель, отличающееся достаточно высокой термической стабильностью и температурой самовоспламенения. Их изготавливают на минеральной или синтетической основе. Они могут использоваться как в закрытых (безвоздушных) пространствах, так и в условиях открытых контуров (например, в ванне или в двойном котле). Термомасла обозначают аббревиатурой «АМТ», которая расшифровывается как «ароматизированное масло-теплоноситель», так как в процессе глубокой переработки нефти в их составе накапливается высокий процент содержания ароматических углеводородов. Цифра, которая обычно следует за этим буквенным обозначением, указывает на верхнюю границу диапазона рабочих температур, при которой допустимо использовать данное масло в течение длительного периода времени. Для отдельных синтетических теплоносителей максимальная допустимая верхняя граница составляет около 410°C. Обычно максимальная температура колеблется в диапазоне от 280°C до 320°C. Для некоторых видов масла минимальный нижний предел температур может начинаться от -115°C.

По сравнению с традиционными теплоносителями, такими как вода и пар, термомасла имеют ряд преимуществ:

- более широкий диапазон рабочих температур;
- большая теплоемкость и высокий коэффициент теплоотдачи;
- защита отопительных систем и другого оборудования от коррозии;
- высокая точка кипения, которая обеспечивает низкое давление и хорошую циркуляцию в системе;
- возможность применения закрытого технологического цикла, что обеспечивает экологическую безопасность.

В целом применение термомасел в качестве теплоносителей позволяет получать более высокие температуры рабочей среды при более низких давлениях, что значительно сокращает стоимость используемого оборудования и повышает эффективность систем теплоснабжения.

Нагретое термомасло с помощью теплообменника передает тепло органической жидкости, в результате чего оно испаряется. Одна из

особенностей низкокипящего рабочего тела – возможность использовать тепло низкопотенциальных источников для его нагрева (тепло технологические процессы, геотермальная энергия) (температура испарения пентана – 36 градусов).

Еще одну особенность органического рабочего тепла можно выделить, проанализировав T-s-диаграмму кривых насыщения воды и органических жидкостей [1]. У органических жидкостей кривая насыщения пара (правая кривая) более близка к вертикали, в то время как для воды эта кривая имеет пологий наклон. В результате этого можно сделать вывод, что пар органических жидкостей сохраняет свои качества в конце процесса расширения, в результате чего нет необходимости перегревать пар перед входом в турбину.

В общем виде ОЦР выглядит так [2].

На выходе из турбогенератора ставится регенератор, где отработанный пар передает часть тепловой энергии жидкости, направляющейся в нагреватель.

Основные различия между ОЦР и паровым циклом заключаются в следующем:

1) как отмечалось ранее, органические жидкости обычно остаются перегретым в конце расширения. Таким образом, нет необходимости для перегрева в циклах ОЦР, в отличие от паровых циклов, где необходимо перегревать рабочее тело до температур выше 450 °С, что приводит к более высоким термическим напряжениям в котле и на лопастях турбины, и повышает ее стоимость. Отсутствие конденсации также снижает риск коррозии на лопастях турбины, и продлевает срок службы до 30 лет, а для паровых турбин срок службы - 15-20 лет.

2) В связи с более низкой точкой кипения и благодаря правильно подобранным органическим рабочим жидкостям, высокая температура может быть восстановлена при гораздо более низких температурах. Например, за счет геотермальных источников.

3) В циклах ОЦР имеется возможность использовать прямоточные котлы, что позволяет избегать паровых барабанов и рециркуляции (кратность циркуляции воды = 1). Это связано с относительно маленькой разницей в плотности между паром и жидкостью. Напротив, низкая плотность пара в паровых котлах может произвести совсем другую теплопередачу из-за характеристик перепада давления между жидкостью и паром.

4) Высокое давление. В паровом цикле давления около 60-70 бар (6000-7000 кПа) и термические нагрузки усложняют и повышают стоимость парового котла. В ОЦР давление не превышает 30 бар (3000 кПа). Кроме того, рабочая жидкость испаряется непосредственно не за счет

источника тепла (например, горелка биомассы), а через промежуточный контур теплообмена. Это упрощает рекуперацию тепла.

5) Эффективность текущих высоких температур цикла ОЦР составляет 24%. Типичный паровой цикл имеет тепловой КПД около 30%, но с более сложным строением.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что органический цикл Ренкина больше подходит для работы в низких и средних диапазонах мощностей. Также у цикла сравнительно простое строение и он не требует сложных для производства компонентов. Следовательно, он более адаптирован к децентрализованному производству электроэнергии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шубаров, Н. С. Сравнение органического и парового циклов Ренкина // Молодой ученый. – 2017. – № 21 (155). – С. 160–163.

2. ORC System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.turboden.com/products/2463/orc-system>. – Дата доступа: 16.04.2020.

УДК 621.1

Студ. Д.А. Авдей

Науч. рук. ст. преподаватель С.В. Здитовецкая

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **ПЕРЕВОД ПАРОВОГО КОТЛА В ВОДОГРЕЙНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ**

Одним из путей реконструкции существующих котельных является перевод паровых котлов в водогрейный режим работы без генерации пара. Реконструкция котла повышает экономичность установки за счет снижения затрат топлива и электроэнергии на собственные нужды, т. к. отпадает необходимость в питательных насосах с электрическим приводом, не требуется непрерывной и периодической продувок, упрощается схема химической водоподготовки ввиду того, что требования к сетевой воде ниже чем к питательной.

В настоящее время большая часть паровых котлов, эксплуатируемых на промышленных предприятиях, выработали свой ресурс, имеют ограничение по нагрузке, параметрам пара и числу пусков и относятся к неэкономичному, не удовлетворяющему критериям надежности оборудованию, требуют вывода из эксплуатации и последующего дорогостоящего демонтажа.

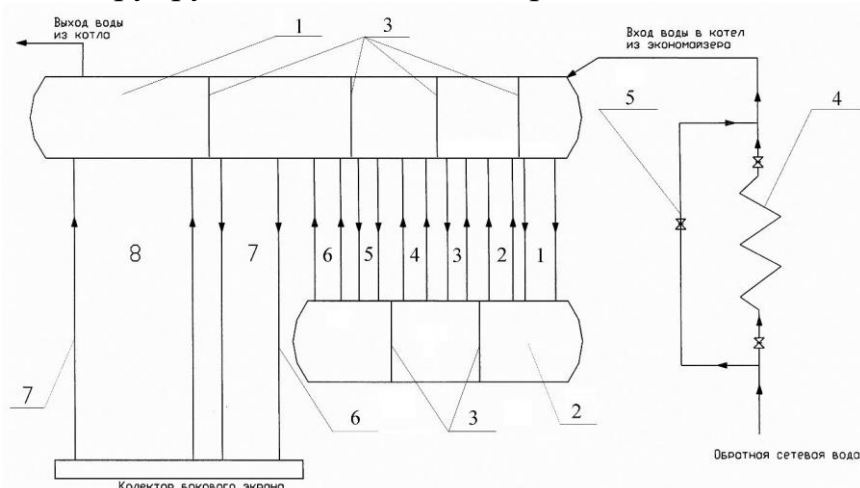
Для продления срока службы оборудования, широкое применение получили варианты реконструкции с полным или частичным пе-

реводом паровых котлов в водогрейный режим. В основном данные схемы применяются на котельных промышленных предприятий и жилищно-коммунального комплекса.

Существует множество вариантов реконструкции паровых котлов для возможности их работы в водогрейном режиме [1]. Рассмотренные конструктивные решения отличаются различием в схемах движения воды.

Принципиально такие схемы можно разделить на четыре группы: схемы с прямоточным движением воды; схемы с естественной циркуляцией; схемы с принудительным движением воды с применением струйных насосов.

С целью повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и надежности теплоснабжения предлагается реконструкция котельной промышленного предприятия путем перевода парового котла ДКВР-10/13 в водогрейный режим. Выбрана схема циркуляции, обеспечивающая более высокие скорости воды в трубах конвективного пучка котла (рис. 1). Это увеличивает надежность работы реконструируемого котельного агрегата.



1 – верхний барабан; 2 – нижний барабан; 3 – разделительная перегородка; 4 – экономайзер; 5 – байпас; 6 – боковой экран; 7 – кипяtilьный пучок

**Рисунок 1 – Схема движения воды в котле при его переводе в водогрейный режим**

Оборотная вода из наружной отопительной сети через экономайзер подается в тыльную часть верхнего барабана и один ряд труб конвективного пучка до перегородки. Этот ряд труб используется в качестве опускных. По нему поток воды из верхнего барабана транспортируется в переднюю часть нижнего. Здесь осуществляется поворот воды на 180 градусов и ее последующее движение по трубам конвективного пучка в среднюю часть верхнего барабана. В средней части верхнего ба-

рабана размещены опускные трубы, соединяющие барабан с нижними коллекторами экранных контуров. Поток воды из нижних коллекторов подается в переднюю часть верхнего барабана. Из этого отсека верхнего барабана вода транспортируется в тепловую сеть.

Основной экономический эффект от проведения подобной реконструкции, при соизмеримых затратах на проектные и пусконаладочные работы, достигается за счет снижения затрат на закупку оборудования, строительно-монтажные работы и демонтаж существующего оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глущенко Л. Ф., Шевцов Д. С., Кунцевич Б. В. Перевод промышленно-отопительных котлов с парового на водогрейный режим. Киев: Будівельник, 1982. 56 с.

УДК 621.561

Студ. М.О. Штраух

Науч. рук.ст. преподаватель С.В. Здитовецкая  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ**

Тепловые насосы (ТН) получили широкое распространение в низкотемпературных системах отопления и горячего водоснабжения, к которым относится система напольного отопления.

Максимальная температура теплоносителя согласно [1, 2] в контуре должна быть не более 55°C. При использовании в качестве источника тепла ТН в контур подается вода с температурой 40°C. Температурный перепад между подающим и обратным потоком воды не должен превышать 5–15°C. Средняя температура поверхности пола с учетом требований [1] для полов помещений с постоянным пребыванием людей принимается не выше 29°C. Гидравлическое сопротивление греющего контура должно быть не более 20 кПа [2].

Фактором, ограничивающим использования воздушных ТН при низких температурах атмосферного воздуха, является их невысокая энергетическая эффективность (коэффициент преобразования ниже 2,5). Поэтому используются бивалентные системы теплоснабжения, которые имеют резервный источник теплоты. Его использование предполагается, когда температура атмосферного воздуха опускается ниже бивалентной температуры, при которой эффективность использования резервного источника становится выше по сравнению с ТН.

Таким образом, при значениях коэффициента преобразования ниже 2,5 использование воздушных ТН требует применения дополнительного источника тепла. Однако, если учитывать значения среднесезонного коэффициента преобразования, то использование воздушных ТН для нужд теплоснабжения является целесообразным и конкурентноспособным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Строительные нормы: СТБ 4.02.01-03. – Введ. 30.12.03 (с отменой на территории РБ СНиП 2.04.05-91). – Минск: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 79 с.
2. Проектирование и устройство систем отопления из полимерных труб. Пособие к строительным нормам: П1-03 к СНБ 4.02.01-03. – Введ. 30.12.03. – Минск: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 80 с.

УДК 621.185.532

Студ. А.В. Вергейчик  
Науч. рук., доц., канд. техн. наук А.В. Блохин  
(Кафедра материаловедения и проектирования  
технических систем, БГТУ)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАНАВОК И ПАЗОВ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ВАЛОВ**

Валы являются деталями общего назначения и встречаются практически во всех современных машинах. Это обусловлено более широким распространением вращательного движения в узлах и агрегатах машин самого разного назначения.

В процессе проектирования необходимо помнить, что разрабатываемая конструкция должна отвечать целому ряду требований: она должна быть надежной, долговечной, выполнять возлагаемые на нее функции и при этом затраты как при ее проектировании так и при изготовлении должны быть минимальными.

Однако многие детали узлов машин находятся в условиях сложного нагруженного состояния и подвергаются в процессе работы знакопеременным, вибрационным и динамическим нагрузкам. Валы, в силу специфики своего назначения, изначально подвергаются знакопеременным циклическим нагрузкам в процессе своей работы. Выход из строя таких деталей однозначно вызовет аварийную остановку машины. Поэтому, теоретическое исследование усталостной прочности таких деталей является важным этапом проектирования, а точность рас-

четной модели может оказать непосредственное влияние на результаты таких работ.

В качестве объекта исследования был выбран промежуточный вал коническо-цилиндрического редуктора типа КЦ1-200. Расчетные нагрузки на валы и опоры определялись исходя из предположения, что редуктор будет работать при номинальных нагрузках:  $U = 6,3$ ,  $n_{\text{вых}} = 600 \text{ мин}^{-1}$ , номинальный крутящий момент на тихоходном валу  $T_{\text{вых}} = 560 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , режим нагружения редуктора будет тяжелый.

Расчет производился на усталостную долговечность с определением коэффициента запаса прочности по изгибу и кручению двумя способами: в первом случае составлялась расчетная схема, в которой вал заменялся балкой на двух опорах, а внешние нагрузки заменялись сосредоточенными силами, во втором случае – с использованием метода конечных элементов. В каждой серии расчетов в опасном сечении в качестве концентратора напряжений последовательно принимались шпоночный паз и канавка для выхода шлифовального круга

Сравнение результатов расчетов показало, что во всех случаях расчетный коэффициент запаса прочности определенный с использованием метода конечных элементов на 15-40% выше, чем полученный при решении задачи первым способом. Это создает предпосылки к снижению металлоемкости, как валов, исследованного редуктора, так и конструкции в целом.

УДК 621.86

Студ. Т.В. Гоздик, Н.С. Артюкевич  
Науч. рук., ассист. А.М. Лось  
(Кафедра материаловедения и проектирования  
технических систем, БГТУ)

## **ПРОБЛЕМЫ И ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБКИХ НЕСУЩИХ ОРГАНОВ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН**

Гибкие грузонесущие органы (канаты) при нормальных условиях эксплуатации представляют собой надёжные и безопасные элементы грузоподъёмного оборудования, однако, возникают и некоторые проблемы при их эксплуатации.

Одной из серьезных проблем является концентрация разрывов нитей на очень небольшом участке каната. Такое может происходить в результате неправильного использования или локального механического повреждения. Канаты с большой локальной концентрацией разрывов не безопасны.



Другой проблемой является наличие внутренних разрывов прядей каната. При визуальном исследовании каната, возможно, оценить только состояние видимых частей внешних жил. Однако металлическое сечение внешних проволок представляет собой около 40% металлического сечения всего каната, и только около половины длины этих проволок находятся в зоне видимости. Это означает, что в ходе визуальной проверки каната мы можем исследовать состояние только 20% металлического сечения каната. Повысить эксплуатационные характеристики каната в таком случае позволит применение пластикового слоя между стальным сердечником и внешними прядями.

Также проблемой эксплуатации стальных канатов является их коррозия, поскольку общая поверхность всех проволок, составляющих грузовой канат примерно в 16 раз больше соответствующей поверхности стального прута такого же диаметра. Решается данная проблема использованием специальных оцинкованных проволок. Даже при повреждении цинкового покрытия на каком-то участке каната оголенные проволоки будут защищены, благодаря соседству с оцинкованными (катодная защита). В процессе эксплуатации цинковое покрытие проволок истирается, а кроме того, теряется все больше смазки. Для уменьшения трения между элементами каната и защиты поверхности проволок от агрессивной среды канаты следует регулярно смазывать через определенные промежутки времени.

Срок эксплуатации каната всегда возможно увеличить путем увеличения диаметра блока, либо использовать более тонкий канат, имеющий более высокие прочностные характеристики. Кроме того, обратный изгиб каната уменьшает усталостную прочность каната в 2-7 раз больше, чем простой изгиб, т.е. всегда есть смысл при проектировании грузоподъемной машины использовать систему подвешивания груза без обратного перегиба каната.

Студ. К. В. Пивоварчик  
Науч. рук., доц., профессор С. Е. Бельский  
(Кафедра материаловедения и проектирования  
технических систем, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЛИФОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ**

Заключительной операцией изготовления инструмента обычно является шлифование. Оно проводится после полного цикла термообработки с целью придания ему окончательной формы и размеров, а также устранения возможных искажений в результате термической обработки. Особенно важно выяснить влияние шлифования на структуру и свойства контактной поверхности инструмента. Роль шлифования в процессе производства постоянно возрастает в связи с применением требований к чистоте и точности обработанной поверхности, уменьшением припусков на обработку.

С тепловым воздействием связываются основные превращения и изменения свойств материала, прежде всего твёрдости. Факторами, определяющими тепловой эффект, являются режимы проведения процесса, характер абразива, условия шлифования. Основное влияние на температуру поверхности оказывают глубина резания и твёрдость круга.

Высока температура у поверхности, интенсивный и неравномерный теплоотвод, пластическая деформация и структурные превращения приводят к изменению напряжённого состояния поверхностного и подповерхностного слоев шлифованного инструмента.

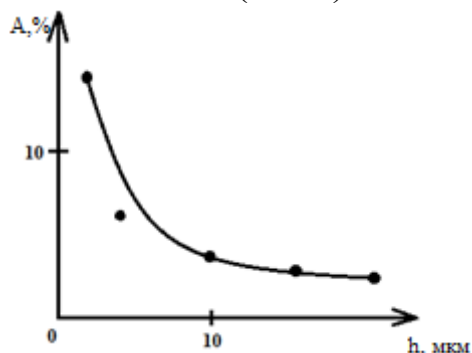
Остаточные макронапряжения, появляющиеся при шлифовании, существенно ниже напряжений, возникающих при закалке, и в основном не превышают 50–90 МПа, поэтому нельзя связывать возникновение трещин, только с процессом шлифования, даже проводимым по весьма жёстким режимам. Поверхностные макронапряжения могут вызывать только коробление очень тонких сечений обрабатываемого инструмента. Напряжения при шлифовании повышены в слое толщиной до 50 мкм, при этом их максимум наблюдается на глубине 10–20 мкм. Весьма характерна картина распределения напряжений по глубине шлифованной поверхности. С увеличением количества снятого металла характер распределения напряжений не изменяется.

По характеру структуры и напряженного состояния в поверхностном слое при шлифовании можно выделить две зоны. Первая из них расположена непосредственно у поверхности. Исследуемые изменения в ней максимальны и характер их свидетельствует о возможном развитии здесь значительной пластической деформации. Изучение

природы происходящих при этом изменений и их характеристик, влияния на них последующей термообработки или эксплуатации представляется особенно важным. Это связано с определяющим значением данной зоны для износостойкости материала и стойкости инструмента. Зона, располагающаяся вслед за поверхностной, испытывает воздействие упругих деформаций в процессе обработки. По ряду причин указанные напряжения не снимаются полностью после прекращения обработки. Они действуют в готовом инструменте как остаточные и также оказывают значительное влияние на стойкость инструмента и прежде всего на его надежность в эксплуатации.

На поверхности инструмента после шлифования может появиться значительное количество микронеровностей и трещин. Такие дефекты ускоряют процесс изнашивания инструмента. Повышенное содержание остаточного аустенита может способствовать развитию процессов смятия.

Работа ставила своей целью определить изменение количества остаточного аустенита по глубине шлифованной поверхности. Установлено, что у шлифованной поверхности количество остаточного аустенита значительно повышено. (Рис.1).



**Рисунок 1 – Изменение количества остаточного аустенита по глубине шлифованной поверхности образцов из стали P12**

Одним из наиболее простых методов улучшения структуры и напряжённого состояния поверхностного слоя стали после окончательной механической обработки является введение финишной термообработки – дополнительного отпуска. При изучении структуры стали после дополнительного отпуска и определения его оптимальных температурно-временных параметров оказалось, что для дополнительного отпуска может быть рекомендована температура 500°C. Также установлено, что дополнительный отпуск снижает количество остаточного аустенита в поверхностном слое аустенита.

Студ. Н.В. Кругленя, П.В. Кругленя  
Науч. рук. доц.: А.И. Сурус; ассист. А.М. Лось  
(кафедра материаловедения и проектирования  
технических систем, БГТУ)

## **ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ, ПОВЫШАЮЩИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Задача повышения надежности и долговечности машин и механизмов в современном машиностроении является актуальной в связи с постоянно возрастающими к ним требованиями в условиях повышающихся скоростей, и мощностей. Наряду с достоверностью и качеством расчетов при проектировании машин и механизмов важное значение имеют физико-механические характеристики применяемых материалов. В ряде случаев характеристики материалов в состоянии их поставки не удовлетворяют необходимым требованиям, что требует их улучшения путем применения различных методов упрочнения.

Выбор метода и технологии упрочнения сопряжен с различными факторами, влияющими на желаемый результат (специфические условия работы механизмов и их деталей, характер нагружения, используемые материалы и их физико-механические характеристики и др.).

При выборе метода и технологии упрочнения целесообразно руководствоваться следующими принципами:

- анализ условий работы деталей и проявляющихся или возможных отказов и их причин;
- анализ и сопоставление возможностей различных методов упрочнения для повышения физико-механических характеристик материалов;
- достигаемые положительные и возможные побочные нежелательные или отрицательные эффекты для конкретных условий;
- технологичность метода и экономическая целесообразность его применения.

На ряду с разработкой новых методов и технологий упрочнения, не менее важной является задача выбора для конкретных деталей и условий их работы наиболее эффективных методов и технологий упрочнения из числа уже известных позволяющих достигнуть желаемых результатов без дополнительных затрат на их разработку.

В работе выполнен анализ возможностей различных известных методов поверхностного упрочнения применительно к деталям трансмиссий лесных машин.

Особенности работы деталей трансмиссий лесных машин определяются различными факторами в зависимости от условий их экс-

плуатации: специфика дорожных условий, режимов эксплуатации, характера нагружения, и др.), что влияет на скорость передвижения, величину, частоту и характер нагрузок на детали ходовой части и трансмиссии.

Анализ характера и причин отказов для различных деталей трансмиссии лесных машин и результатов исследований по применению различных методов поверхностного упрочнения позволил определить наиболее эффективные методы поверхностного упрочнения для различных деталей трансмиссии лесных машин. Установлено, что для активных поверхностей зубчатых колес главной передачи переднего моста трелевочного трактора наиболее опасным видом разрушения является изнашивание при заедании, которое приводит к нарушению зацепления зубчатых колес и потере их работоспособности. В ходе проведения сравнительных испытаний зубчатых колес упрочненных цементацией борированием и боросилицированием установлено, что на поверхности зубьев цементованных колес очевидно наличие задиров и пластической деформации, основной причиной чего является недостаточная твердость поверхности цементованных зубчатых колес. На колесах упрочненных борированием происходит выкрашивание материала в связи с повышенной хрупкостью упрочненного слоя. На зубчатых колесах, упрочненных комплексным борированием пластической деформации, выкрашивания и задиров на поверхности зубьев не наблюдаются. Результаты проведенных сравнительных испытаний на износ зубчатых колес подтверждают целесообразность упрочнения их комплексным борированием. Для упрочнения деталей подвижных соединений (шлицевые валы, элементы соединительных муфт) когда необходима минимальная деформация при высоких показателях поверхностной твердости, износостойкости, усталостной прочности и сопротивления заеданию, целесообразно применять упрочнение деталей методом жидкостной карбонитрации. Проведенные ранее исследования показали, что этот метод упрочнения при определенных условиях позволяет существенно повысить твердость и износостойкость ряда деталей, поскольку у контактной поверхности происходит образование фаз высокой твердости. Полученные результаты показывают существенное повышение износостойкости и усталостных характеристик при использовании жидкостной карбонитрации в комбинации с возбуждением в расплаве механических колебаний. Это может способствовать повышению надежности и ресурса деталей машин, работающих в условиях сочетания трения и динамических нагрузок.

Студ. А.В. Вергейчик  
Науч. рук. канд. техн. наук. С.Е. Бельский  
(Кафедра материаловедения и проектирования  
технических систем, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА**

Разработка и практическая реализация процессов изготовления деталей машин и технологической оснастки при обеспечении их высокого качества является одной из наиболее актуальных задач промышленности. Важным фактором повышения эффективности металлообработки является совершенствование технологии изготовления инструмента из дорогих и дефицитных инструментальных сталей. В связи с этим актуальна задача совершенствования комбинированного инструмента, составляемого из режущей и конструкционной частей.

Работа ставит своей целью выбор материала конструкционной части инструмента, технологии сварки и последующей термической обработки сварного шва.

После сварки образцы составного режущего инструмента подвергали изотермическому отжигу по двум режиму: нагрев до 860°C, выдержка 4 ч., затем охлаждение с печью до 750°C, выдержка 4 ч., а затем охлаждение в течение 16 ч. до 500°C и далее на воздухе. На отожженных образцах снимали грат и производили токарную обработку до диаметра 10,8 мм. После этого производили термическую обработку. Вначале закаливали в масле быстрорежущую часть сварного образца по режиму: подогрев 850°C, окончательный нагрев 1220°C. Предварительный нагрев производили в хлорнатриевой ванне, а окончательный – в хлорбариевой. После закалки быстрорежущей части производили трёхкратный отпуск при температуре 560°C по 1 часу. Затем выполняли закалку конструкционной части сваренных образцов. Сталь 40X закаливали в масле с температуры 860°C, а сталь 45 после нагрева ТВЧ с температуры 830–850°C на воду. Сталь 40X отпускали в электропечи при температуре 250°C в течение 2-х ч., сталь 45 в электропечи при температуре 150°C в течение 2-х часов. После выполнения полного цикла термической обработки образцы шлифовали до диаметра 10 мм на бесцентровочно-шлифовальном станке. Испытания механических свойств образцов проводили на десятитонной машине Амслера. Нагрузку на сварной шов образца передавали через пуансон с радиусом при вершине 20 мм. В качестве опор использовали круглые ролики диаметром 30 мм. Сварной образец устанавливали таким образом, чтобы плоскость сварного шва совпадала с

осью приложения нагрузки. Прочность половинок образцов из быстрорежущей и конструкционной частей приведены в таблице.

**Таблица – Прочность образцов**

№ обр.	Сталь	Разрушающая нагрузка Р, Н.	$\sigma_{изг}$ , МПа	Вид термической обработки
30	Р6М5	19500	337	Закалка 1220°С + отпуск 560°С, 3 р. по 1 ч.
29	-//-	18500	318	
55	-//-	21500	371	
17	-//-	18000	311	
53	40Х	-	469	Закалка 860°С, масло отпуск 250°С, 2 ч.
52	-//-	-	446	
54	-//-	-	458	
43	-//-	-	413	

Для определения оптимальной схемы термической обработки комбинированного инструмента изучены 8 вариантов нагрева конструкционной и быстрорежущей сталей. Наилучшие результаты получили при нагреве быстрорежущей части с переходом со шва на диаметр.

Предел прочности при изгибе для быстрорежущей части комбинированного инструмента составляет 310–360 Мпа, а для части из стали 40Х – 410-460 МПа. Наибольшая прочность сварного шва достигается при использовании стали 40Х и сварке трением при нагреве обеих частей инструмента с переходом сварного шва на диаметр образца, а также при нагреве только быстрорежущей части с переходом шва на диаметр. Предел прочности шва на изгиб составляет порядка 150–180 Мпа, а твердость быстрорежущей части 60 – 62HRC.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.А. Евтюшкин, В. И. Егоров, А. В. Репин, «Рекомендуемые режимы сварки трением концевой инструмента из вольфрамомолибденовой стали Р6М5 с конструкционной сталью 45 на П/Автомате МОД МФ-327», «Известия Томского политехнического института имени С.М. Кирова» том 241, 1975, стр. 86 – 89.

2. А. М. МИЛЮКОВА, ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», «Структурно – фазовый состав сталей Р6М5 и 40Х после совместной термической обработки»// «Литьё и металлургия», 2013, стр. 97 – 103.

3. Влияние основных параметров процесса сварки трением с перемешиванием на дефектность структуры сварного соединения / О.В. Сизова, А.В. Колубаев, Е.А. Колубаев, А.А. Заикина, В.Е. Рубцов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2017. – № 4 (77). – С. 19–29.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

<i>Акушевич Н.О.</i> Современные тенденции создания и реконструкции городских бульваров в зарубежной практике.....	4
<i>Батанов А.А.</i> Эффективность элементов геопластики в организации ветровой защиты открытых рекреационных пространств.....	6
<i>Буслаева И.М.</i> Современные методы использования водного благоустройства при ландшафтной организации открытых городских пространств.....	8
<i>Гормаш У.С.</i> Основные принципы архитектурно-ландшафтной организации городских скверов.....	10
<i>Губарева И.И.</i> Анализ ландшафтной организации скверов за рубежом.....	12
<i>Елистратова Е.В.</i> Особенности детских игровых дворовых площадок для детей с ограниченными возможностями.....	14
<i>Караневский Р.Г.</i> Анализ зарубежного и отечественного опыта благоустройства пришкольных территорий.....	16
<i>Колос А.А.</i> Рекомендации по использованию декоративных растений для озеленения территорий детских учреждений здравоохранения Республики Беларусь.....	18
<i>Лазаревич Д.В.</i> Современное состояние городского парка культуры и отдыха им. Победы в г. Молодечно.....	20
<i>Нестюк А.М.</i> Возможности сохранения насаждений старинных садово-парковых объектов и их защиты от негативных факторов внешней среды....	22
<i>Садовская Л.Н.</i> Разработка идеи-концепции объекта озеленения на основе «Духа места».....	24
<i>Симага К.Б.</i> Состояние зеленых насаждений на пересечении пр. Дзержинского и ул. Чюрлениса в г. Минске.....	26
<i>Скорбовская В.И.</i> Анализ отечественного и зарубежного опыта создания эффективной функционально-пространственной среды городских парков...	28
<i>Слесаренко М.О.</i> Результаты инвентаризации представителей рода барбарис, произрастающих в дендрарии ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».....	30
<i>Черетун А.М.</i> Анализ современных городских озелененных объектов.....	32
<i>Шевцова А.В.</i> Современные тенденции ландшафтной организации городских общественных пространств.....	34
<i>Шоломицкая Т.А.</i> Анализ основных конфликтов и проблем локального планирования и благоустройства в г. Минске.....	36
<i>Шушкевич В.Л.</i> Инновационные методы геопластики как средство ландшафтной организации открытых городских пространств.....	38
<i>Юцис В.В.</i> Состав коллекции теневых цветочных многолетников ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».....	40
<i>Карпинович М.М.</i> Экологическое образование молодежи, как инструмент развития внутреннего туризма в регионе.....	42
<i>Пугацевич Д.Н.</i> Использование водных ресурсов для развития внутреннего туризма на примере территории расположения Домановского военно-охотничьего хозяйства.....	44



<i>Грищук А.В.</i> Распределение представителей семейства оленьих в лесных биотопах.....	46
<i>Буйко С.Е.</i> Формирование комплекса крупных фитовагов в различных биогеоценозах.....	48
<i>Суравьев С.В.</i> Влияния нейтрализующих материалов на реакцию среды торфяного субстрата.....	50
<i>Петрович О.Д., Гаранин В.А.</i> Опыт внесения серы в почву посевого отделения сосны Негорельского питомника для оптимизации кислотности.....	52
<i>Казак М. А.</i> Создание лесных культур дуба черешчатого на дерново-подзолистых суглинистых почвах Копыльского лесничества.....	54
<i>Щетько Е.О.</i> Выделение ценного генофонда ели европейской в ГЛХУ «Лиозненский лесхоз».....	56
<i>Павловская Н.В.</i> Опыт проведения подкормок различными дозами минеральных удобрений при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой.....	58
<i>Рабцевич А.Н., Пинчук А.Г.</i> Сравнительная экономическая оценка методов создания карт пожарной опасности лесного фонда ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз» по данным дистанционного зондирования и базового лесоустройства.....	59
<i>Шульга Е.А., Арловская А.В.</i> Бонитировка сосновых лесов ГЛХУ «Лельчицкий Лесхоз» с использованием базы данных ГИС «Лесные ресурсы».....	61
<i>Погорельский В.А.</i> Влияние пространственной структуры на таксационные показатели сосны в смешанном древостое.....	63
<i>Кречик А.М., Кононович И.П.</i> Внутривидовое и межвидовое влияние деревьев в сложном древостое (на примере «Негорельского учебно-опытного лесхоза»).....	65
<i>Кучук Н.В., Никитюк И.Э.</i> Влияние рубки ухода (прореживания) на прирост в чистом еловом древостое.....	67
<i>Сенько Е.И.</i> Использование данных с БПЛА для целей лесного хозяйства....	69
<i>Мамуль В.О.</i> Пространственный анализ усыханий хвойных насаждений минского ГПЛХО.....	71
<i>Казанович А.А., Кононович М.П.</i> Анализ структуры лесозаготовок и реализации заготовленной продукции Вилейского лесхоза.....	73
<i>Котов А.Н.</i> Влияние представителей семейства оленьих ( <i>Cervidae</i> ) на санитарное состояние Лесных культур в ГЛХУ «Бельничский лесхоз».....	75
<i>Коваленко А.А.</i> Роль стволовых вредителей в формировании патологического отпада в сосняках ГЛХУ «Ельский лесхоз».....	77
<i>Смирнов А.А.</i> Лесопатологическое состояние ельников Чериковского лесничества и пути по повышению их устойчивости.....	79
<i>Зенюк К.В.</i> Оценка точности предсказания встречаемости смоляного рака в сосновых насаждениях Негорельского учебно-опытного лесхоза.....	80
<i>Пацукевич П.В.</i> Лесопатологическое состояние хвойных лесов Негорельско учебно-опытного лесхоза.....	82
<i>Цыганков П.В.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Станьковского лесничества ГЛУ «Минский лесхоз».....	84
<i>Барцевич В.А.</i> Рубки ухода в еловых насаждениях Коловского лесничества ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз».....	86

<i>Дубик А.С.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Михедовичского лесничества ГЛХУ «Петриковский лесхоз».....	88
<i>Бирюкова Н.В.</i> Биологическое разнообразие растительности в сосновых насаждениях при проведении полосно-постепенных рубок в ГЛХУ «Чериковский лесхоз».....	90
<i>Мишина В.Э.</i> Выращивание бука европейского в условиях открытого и закрытого грунта.....	92
<i>Гулякин Д.А.</i> Производительность сибирских климатипов лиственницы в условиях Подмосковья.....	94
<i>Гапонова Т.Н.</i> Полуторавековой опыт выращивания лиственницы европейской в центре русской равнины.....	96
<i>Тихненко А.А., Андропова А.А.</i> Живой напочвенный покров кедровых насаждений как фактор сохранения биоразнообразия в Кызласовском лесничестве Хакасии.....	98

### **Секция ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ДИЗАЙНА**

<i>Духовник А.А., Бискуп В.О.</i> Сравнительный анализ применения машинных комплексов различных форм собственности.....	101
<i>Духовник А.А., Бискуп В.О.</i> Организация сбора и подвозки отходов лесозаготовок к местам их измельчения на топливную щепу.....	102
<i>Лыско Д.С.</i> Варианты систем машин для производства древесной щепы.....	103
<i>Панкратович А.С.</i> Перспективы производства арболита в Республике Беларусь.....	104
<i>Корогвич Д.В.</i> Критерии оценки размещения транспортно-технологических элементов лесосеки.....	105
<i>Чернявский В.В.</i> Машины и технологическое оборудование применяемое на энергетических плантациях.....	107
<i>Карсюк Р. А., Лисовский А. Е., Кругленя П.В., Кругленя Н.В.</i> Обоснование параметров трансмиссии многофункционального лесохозяйственного трактора.....	108
<i>Лисовский А. Е., Карсюк Р. А., Кругленя П.В., Кругленя Н.В.</i> Перспективы применения малогабаритных лесохозяйственных тракторов с электрической трансмиссией для работы в теплицах лесопитомников.....	110
<i>Беляков А.А., Дубовиков А.И., Галах Н.В.</i> Способы зарядки аккумуляторных батарей.....	113
<i>Беляков А.А., Дубовиков А.И., Галах Н.В.</i> Тенденции развития электромобилей.....	115
<i>Дубовиков А.И., Галах Н.В., Беляков А.А.</i> Проведение технического обслуживания лесозаготовительного оборудования.....	117
<i>Маркевич М.В.</i> Программное приложение для учета и анализа технико-эксплуатационных показателей работы автотранспорта.....	119
<i>Гендель А.Б.</i> Desktopное приложение для формирования и анализа графиков движения автотранспорта.....	120
<i>Занько Н.И.</i> Направления модернизации лесовозных автопоездов на вывозке древесины.....	121

<i>Цмак М.М.</i> Повешение безопасности движения на автомобильных дорогах общего пользования.....	122
<i>Кипра В.А.</i> История развития дороги.....	124
<i>Кипра В.А.</i> Применение битумных эмульсий в дорожном строительстве.....	126
<i>Цмак М.М.</i> Совершенствование погрузочно-разгрузочных работ автомобильных автопоездов-сортиментовозов, оснащенных гидроманипулятором.....	129
<i>Липай Н.А.</i> Оценка качества медьсодержащих защитных средств для древесины.....	131
<i>Лугин И.Т.</i> Эффективные схемы распиловки бревен на радиальные пиломатериалы.....	133
<i>Садовский В.В.</i> Эффективность распиловки бревен на ленточно-конвейерных линиях.....	134
<i>Соловей Д.Н.</i> Обоснование и выбор рациональных схем переработки бревен на фрезерно-пильных линиях.....	135
<i>Махмудов Ж.И.</i> Технология изготовления плит из древесины павлония.....	136
<i>Дупанов С.А.</i> Исследование зольных остатков мореного дуба различных возрастных периодов залегания в поймах рек.....	137
<i>Бобков А.В.</i> Технология модифицирования древесины березы.....	139
<i>Слабода В.С.</i> Перспективные направления сушки измельченной древесины.....	141
<i>Сенченя Н.Д.</i> Исследование методов капиллярной пропитки для повышения сроков эксплуатации садово-парковой мебели.....	143
<i>Парасевич Я.А.</i> Особенности технологических режимов тепловой обработки древесины при различных технологических процессах.....	145
<i>Сеньков К.В.</i> Анализ применения сушильных камер Secesa на деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь.....	146
<i>Набекало Д.К., Главатский А.В.</i> Исследование физико-механических показателей клеевых соединений на основе карбомидо-формальдегидных олигомеров.....	148
<i>Струневский П.А.</i> Компьютерное моделирование, программное обеспечение и автоматизированное оборудование, обеспечивающее оптимальные схемы переработки круглых лесоматериалов.....	151
<i>Бируленко А.А.</i> Композиционные материалы на основе гипса. Пластификаторы и упрочнители для гипса.....	153
<i>Федорук М.И.</i> Применение коры в изготовлении отделочных, конструкционных материалов и мебели.....	155
<i>Артеменко А.С.</i> Сушка шпона при производстве огнестойкой фанеры.....	157
<i>Артюкевич Н.С.</i> Биозащита древесных материалов.....	158
<i>Павловский О.В.</i> Особенности технологии получения балок LVL из шпона хвойных пород.....	160
<i>Сацкевич М.И.</i> Огнезащита древесины.....	162
<i>Юрковская А.И.</i> Использование технологии дополненной реальности для визуализации изделий мебели.....	163
<i>Садовская А.Д.</i> Сравнение программ Autodesk Inventor и базис-мебельщик для автоматизированного проектирования мебели.....	165
<i>Данилевич А.А.</i> Применение термомеханической модифицированной древесины в изготовлении кухонных столешниц.....	167

<i>Лосик Е.А.</i> Использование виртуальной реальности в мебельной промышленности.....	170
<i>Сенченя Н.Д.</i> Роль в организации интерьера статичности и динамики.....	171
<i>Леоненко Д.Н.</i> Тамбурат: материал для изготовления мебели.....	173
<i>Артеменко А.С.</i> Принципы интерьера: симметрия и асимметрия.....	175
<i>Рынкевич Д.С.</i> Конструктивные решения лестниц.....	177
<i>Рынкевич Д.С.</i> Механизмы трансформации обеденных столов.....	180
<i>Козловский Д.Э.</i> Анализ современных компьютерных технологий в производстве изделий из древесины.....	182
<i>Ласовский Д.Н.</i> Скандинавский стиль в домостроении: особенности конструкции и материалов.....	184
<i>Тутунджян Д.А.</i> Особенности зонирования и дизайна объектов общественного питания.....	185
<i>Главатский А.В.</i> Исследование экологических показателей материалов, применяемых в производстве мебели и изделий из древесины.....	187
<i>Ерошкин А.А.</i> Применение технологии «Nesting» в производстве мебели.....	189
<i>Буслов И.В.</i> Производство мягкой мебели при помощи станков с ЧПУ.....	191
<i>Заика Д.М.</i> Материалы и комплектующие для шкафов купе.....	194
<i>Давшко Д.А.</i> Использование 3d печати при проектировании дереворежущего инструмента.....	196
<i>Литвинчик Ю.Н.</i> Анализ ленточнопильного оборудования.....	199
<i>Савченя А.А.</i> Обзор лущильного оборудования, используемого в деревообрабатывающей промышленности.....	201
<i>Барадынко П.Б.</i> Анализ шлифовального оборудования для обработки древесного материала.....	204
<i>Еленский Е.И.</i> Окорочное оборудование, используемое для обработки древесины.....	206
<i>Митуневич А.В., Шляжко А.Л.</i> Способ измерения колебаний торсионного фрезерного инструмента при высокоскоростной обработке древесины.....	207
<i>Савченя А.А., Шалик И.А., Ханчич О.А.</i> Разработка мероприятий по исследованию влияния факторов на точность торцевого резания деталей на станке с ручной подачей материала.....	210
<i>Федорчук Э.В.</i> Анализ разновидностей лесопильных рам для обработки древесины.....	213
<i>Ханчич О.А.</i> Анализ шлифовального оборудования для обработки плитных материалов.....	216
<i>Шалик И.А.</i> Анализ дробилок, используемых для обработки древесины.....	218
<i>Каравацкий М. И.</i> Влияние скорости подачи и глубины обработки на силу сопротивления подаче при полузакрытом попутном фрезеровании.....	220
<i>Литвинчик Ю.Н.</i> Пути оптимизации фрез профиляторов линий агрегатной переработки древесины.....	223
<i>Минаков М.Д.</i> Автоматизация процесса поперечного раскроя заготовок.....	225
<i>Бараненко П.А.</i> Результаты исследований влияния углов резания при фрезеровании древесины сосны на мощность резания.....	227
<i>Волкович Д.С.</i> Определение угла заклинивания зубчатой завесы.....	229
<i>Савченя А.А.</i> Разработка конструкции пилы дисковой сборной.....	231
<i>Ханчич О.А.</i> Разработка конструкции съёмных планок пил рамных.....	234

<i>Юдицкий А.Ю.</i> Результаты исследований, определяющие критические режимы шлифования древесины.....	236
<i>Адуло В. А.</i> Обзор конструкций дисковых пил с подчищающими ножами, современные тенденции.....	238
<i>Рогов Н. А.</i> Технология и оборудование для производства пеллет. Перспективы производства в Республике Беларусь.....	240
<i>Харук Е. М.</i> Технология фрезерования Rotoles.....	243
<i>Клепацкий И. К.</i> Исследование технологической стойкости модифицированных ножей в агрегатной переработке древесины.....	246
<i>Башкардина Л.В.</i> Повышение эффективности систем холодоснабжения «Минского молочного завода №1».....	249
<i>Жук А. В.</i> Использование горючих вторичных энергетических ресурсов для получения водяного пара.....	251
<i>Домашевский Д.Н.</i> Анализ эффективности использования солнечных батарей в автономных системах электроснабжения.....	253
<i>Плюто С.С.</i> Анализ эффективности модернизации автономной системы теплоснабжения на основе солнечных коллекторов.....	255
<i>Гринюк М. В.</i> Мини-ТЭЦ с термомасляным котлом и органическим рабочим телом.....	257
<i>Авдей Д.А.</i> Перевод парового котла в водогрейный режим работы.....	260
<i>Штраух М.О.</i> Использование тепловых насосов в низкотемпературных системах отопления.....	262
<i>Вергейчик А.В.</i> Исследование влияния канавок и пазов на усталостную прочность валов.....	263
<i>Гоздик Т.В., Артюкевич Н.С.</i> Проблемы и повышение эксплуатационных характеристик гибких несущих органов грузоподъемных машин.....	264
<i>Пивоварчик К. В.</i> Исследование влияния шлифования на структуру и свойства быстрорежущей стали.....	266
<i>Кругленя Н.В., Кругленя П.В.</i> Принципы выбора методов упрочнения, повышающих долговечность и характеристики деталей машин.....	268
<i>Вергейчик А.В.</i> Исследование прочности сварных соединений комбинированного инструмента.....	270

Научное издание

**Тезисы докладов  
71-й научно-технической конференции  
учащихся, студентов и магистрантов**

**Часть 1**

Электронный ресурс

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *И.В. Карпова, Е.О. Черник*

Усл. печ. л. 16,16. Уч.-изд. л. 16,68.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий

№1/227 от 20.03.2014

Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.