

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



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

12–23 апреля 2021 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2021

УДК 005.745:378.6](476)(06)
ББК 66.75

72-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 12–23 апреля 2021 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2021. – Ч. 1. – 198 с.

Сборник составлен по итогам 72-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 12 по 23 апреля 2021 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, доц., канд. с.-х. наук	В.В. Носников
зав. кафедрой лесоустройства, доц., канд. с./х. наук	И.В. Толкач
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», 2021

**Секция
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

**СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ
ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ КАМЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА
ГЛХУ «ВОЛОЖИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Введение. Дерново-подзолистые песчаные почвы в Республике Беларусь являются довольно бедными для лесных насаждений. Поэтому лесокультурное производство довольно важной 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 сосновых 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, особенно на песках.

Объекты и методы исследования. Исследование имеющихся в Каменском лесничестве ГЛХУ «Воложинский лесхоз» лесных культур производилось на дерново-подзолистых песчаных почвах. Во время полевых исследований были обследованы чистые и смешанные культуры сосны обыкновенной. 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 пересчет 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 годовичное изменение запаса.

Пробные площади заложены в типах леса сосняк брусничный, мшистый и черничный. Возраст культур находится в пределах 42–70 лет. Сосна обыкновенная в насаждениях произрастает по I–II классам бонитета, тип условий местопроизрастания A₂–B₂₋₃. На площадях в состав культур входят береза.

Для более детального изучения почв исследуемых насаждений было заложено 6 почвенных разрезов глубиной до 2 м. Почвы на ПП 1, 2 и 5 характеризуются по увлажнению как автоморфные с глубоким залеганием уровня грунтовых вод. Остальные относятся к полугидроморфным почвам. В почвенном профиле ПП 5 и 6 отмечается плотный моренный подстилающий горизонт на глубине до 1 м, которые достигают в возрасте 47 лет запаса около 250 м³/га и произрастают по I классу бонитета. На остальных почвах насаждения не достигают такого запаса.

В Каменском лесничестве за последние пять лет наблюдается динамическое изменение лесокультурных площадей. Основными породами при создании лесных культур являются сосна и ель. Доля участия сосны около 87%. Такое распределение породного состава объясняется наличием в лесокультурном фонде большого количества участков с бедными песчаными почвами.

Лесокультурные площади представлены категорией площадей «б», и видом вырубка. Количество пней на всех площадях не превышает 500 шт./га. Тип условий местопроизрастания A₂₋₃. Почвы песчаные, рельеф равнинный. Естественное возобновление на участках не отмечается. В виду того, что участки представлены рубками и прогалинами, и некоторые не сильно разбросаны территориально относительно друг друга мы проектируем механизированную и ручную посадку. В качестве посадочного материала предлагается использовать 1-летние сеянцы сосны и березы. Густота проектируемых культур колеблется от 5 710 шт./га до 6 670 шт./га.

Заключение. Анализ почвенно-грунтовых условий песчаных почв показал, что они характеризуются по увлажнению автоморфными и полугидроморфными условиями, иногда отмечено подстиление. На бывших рубках в Каменском лесничестве, произраставших на песчаных почвах, было предложено создать чистые и смешанные лесные культуры сосны с применением различных механизмов.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ КАТЕГОРИИ СЕМЯН НА РОСТ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Современный уровень развития и ведения лесного хозяйства показывает, что без применения селекционно-генетических методов практически невозможно осуществить заметного повышения продуктивности сосновых насаждений. Имеющаяся возможность решения данной проблемы селекционными методами позволяет не только увеличить выход древесины с единицы площади, но и существенно улучшить качество и устойчивость сосновых древостоев.

Объектами исследований являются лесные культуры сосны обыкновенной, созданные посадочным материалом, выращенным из семян различных селекционных категорий. Всего в ходе исследований было заложено 26 пробных площадей в 8 лесхозах, расположенных в 5 геоботанических округах 3 геоботанических подзон (общая площадь обследованных культур сосны обыкновенной составила 25,1 га):

– 6 пробных площадей в геоботанической подзоне широколиственно-еловых лесов: в Ошмяно-Минском лесорастительном районе на территории Червенского и Смолевичского лесхозов – 4 пробные площади, общая площадь обследованных культур составила 2,2 га; в Оршанско-Могилевском лесорастительном районе на территории Быховского лесхоза – 2 пробные площади, общая площадь обследованных культур составила 1,2 га);

– 8 пробных площадей в геоботанической подзоне елово-грабовых дубрав: в Неманско-Предполесском лесорастительном районе на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза – 4 пробные площади, общая площадь обследованных культур составила 4,6 га; в ГЛХУ «Старобинский лесхоз», Краснослободское лесничество – 2 пробные площади, общая площадь обследованных культур составила 0,6 га; в ГЛХУ «Ивьевский лесхоз», Ивьевское лесничество – 2 пробные площади, площадь обследованных культур составляет 1,0 га;

– 12 пробных площадей в геоботанической подзоне грабовых дубрав: в Полесско-Приднепровском лесорастительном районе на территории ГЛХУ «Милошевичский лесхоз», Тонежское и Слободское лесничества – 8 пробных площадей, общая площадь обследованных культур составила 13,8 га; в Бугско-Полесском лесорастительном районе на терри-

тории ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз», Засимовское лесничество – 2 пробные площади, общая площадь обследованных культур составила 0,6 га; в Бугско-Полесском лесорастительном районе на территории ГЛХУ «Старобинский лесхоз», Гоцкое лесничество – 2 пробные площади, площадь обследованных культур составляет 1,1 га.

Для сравнения показателей роста были подобраны участки с одинаковым типом условий местопроизрастания, одного и того же года закладки, одинаковый вид и возраст посадочного материала, но с использованием семян различных селекционных категорий.

Анализ полученных данных показывает, что на участках лесных культур сосны обыкновенной в возрасте от 3 до 16 лет при одинаковых почвенно-грунтовых и климатических условиях потомство, полученное из семян различных селекционных категорий, произрастает неодинаково и имеет свои особенности. Сравнение показателей роста нами производилось с таким расчетом, чтобы показать селекционный выигрыш, или селекционное улучшение, от использования отселектированного репродуктивного материала сосны обыкновенной.

Так, при сравнении показателей роста лесных культур на участках, где представлено потомство от нормальных и улучшенных семян, установлено, что превышение по высоте растений у потомства от улучшенных семян достигает от 3,8% до 8,2%, составляя в среднем по всем участкам 6,0%.

Сравнение показателей роста лесных культур сосны обыкновенной, где представлено потомство от нормальных и генетически улучшенных семян, показывает, что высота растений от генетически улучшенных семян превышает контроль (нормальные семена) от 7,7% до 9,8%, составляя в среднем по всем участкам 8,6%.

Семенное потомство на участках лесных культур, выращенное из сортовых семян, достоверно превышает контроль по росту в высоту на 8,9–38,5%, в среднем составляя по всем участкам 21,4%.

Таким образом, при использовании семян различных селекционных категорий показывает наличие селекционного эффекта, или выигрыша, выражающееся в превышении роста деревьев в культурах.

Селекционное превышение от использования различных категорий семян сосны обыкновенной составляет:

– для улучшенных семян – на 3,8–8,2% по высоте, в среднем по всем исследуемым участкам лесных культур – на 6,0%;

– для генетически улучшенных семян – на 7,7–9,8% по высоте, в среднем по всем исследуемым участкам лесных культур – на 8,6%;

– для сортовых семян – на 8,9–38,5% по высоте, в среднем по всем исследуемым участкам лесных культур – на 21,4%.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ УШАЧСКОГО ЛЕСХОЗА

Одной из важнейших задач, которая стоит перед работниками лесного хозяйства, является повышение продуктивности, качества и устойчивости леса. Значительная роль в решении этой задачи принадлежит лесной селекции и семеноводству.

Базой для организации лесного селекционного семеноводства являются лучшие насаждения, выделяемые при селекционной инвентаризации. Ее проводят в спелых, приспевающих и средневозрастных естественных насаждениях определенных групп типов леса, в лесных культурах тех же групп возраста, созданных из семян известного происхождения.

При проведении селекционной оценки насаждений последние делят на три селекционные категории: плюсовые, нормальные и минусовые. Главными критериями отбора плюсовых насаждений являются высокие показатели продуктивности, качества ствола и устойчивости к болезням и вредителям в данных условиях местопроизрастания.

Сосновые насаждения Ушачского лесхоза занимают площадь равную 23 961,4 га или 32,6% от покрытой лесом площади. Спелые и приспевающие насаждения составляют 48,7%. Наиболее распространенными типами леса на территории Ушачского лесхоза являются сосняки: мшистый, орляковый и черничный. Здесь они произрастают по I^a, I и II классам бонитета. Таким образом, в Ушачском лесхозе в результате массового отбора, проведенного по материалам лесоустройства, отобраны сосняки мшистый, орляковый и черничный. Площади спелых и приспевающих сосняков мшистых и черничных в Ушачском лесхозе составляет 3 681,6 га, 2 266,3 и 2 051,5 га соответственно. Сосняки черничные, орляковые и мшистые растут по I^a, I – II бонитету, с полнотой 0,6–0,7. Чаще всего это чистые или с небольшой примесью ели, березы и дуба насаждения. В этих насаждениях была проведена селекционная инвентаризация.

В результате проведенной селекционной инвентаризации два насаждения отнесены к категории плюсовых, остальные насаждения к категории нормальных. Насаждения, отнесенные к категории плюсовых имеют хорошую очищаемость стволов от сучьев и в их составе доля участия высокопродуктивных деревьев выше 30%, а доля участия деревьев низкокачественных менее 15%. Насаждения, отнесенные к категории

нормальных, характеризуются средней полнотой и продуктивностью, и достаточно хорошей очищаемостью стволов от сучьев. Так как именно этот показатель относится к качественным и контролируется, в основном, генотипом дерева. В категорию плюсовых эти насаждения не могут быть отнесены из-за недостаточной доли участия высокопродуктивных деревьев, которая в соответствии с рекомендациями должна быть при полноте 1,0–0,8 не менее 30%, а при полноте 0,6–0,7 не менее 25%, а также несколько большей, чем предусмотрено, долей участия низкокачественных деревьев. В этих насаждениях доля участия высокопродуктивных деревьев колеблется от 17,9 до 27,4%, а низкокачественных от 18,1 до 24,6%.

В плюсовых насаждениях была проведена селекционная инвентаризация деревьев с целью выделения кандидатов в плюсовые деревья, которые могут служить источником семян для закладки генеративных плантаций и черенков для создания клоновых плантаций, а также для создания испытательных культур с целью проверки их на элитность.

В результате проведенной селекционной инвентаризации деревьев выделено 25 кандидатов в плюсовые деревья.

Плюсовые деревья по интенсивности роста превышают средние показатели насаждения по высоте от 10,5% до 30,5%, по диаметру от 34,4 до 44,8%.

Очищаемость стволов от сучьев плюсовых деревьев составляет в среднем 55%. В итоге можно сделать вывод, что эти деревья могут быть зачислены в категорию плюсовых.

Выделены кандидаты в плюсовые деревья и плюсовые деревья, выделенные в лесхозе ранее, будут являться источником семенного материала для создания семейственной лесосеменной плантации.

Такая плантация будет создаваться на основе плюсовых и кандидатов в плюсовые деревья, выделенных в одной популяции местного происхождения. Плантация такого типа позволит расширить популяционное направление в семеноводстве и будет отличаться большим генетическим разнообразием и приспособленностью к местным условиям.

Кроме того проектируемая семейственная плантация сосны обыкновенной, до момента вступления ее в репродуктивную фазу, может служить также испытательными культурами плюсовых деревьев и в целом плюсового насаждения с последующим переводом этих объектов в категорию элитных деревьев, а плюсового насаждения в сорт-популяцию.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГЛХУ «БРЕСТСКИЙ ЛЕСХОЗ»

В настоящее время считается, что использование методов селекции в лесохозяйственном производстве и переход на создание лесных культур только улучшенными формами и сортами, позволят повысить продуктивность лесов на 10–25%, а в некоторых случаях даже на 40–50%.

В связи с этим целью настоящей работы явилось выделение селекционного фонда сосны обыкновенной в ГЛХУ «Брестский лесхоз» и последующее создание лесосеменной плантации.

Для достижения поставленной цели был осуществлен массовый отбор. Для этого по таксационным описаниям анализировались спелые и приспевающие насаждения сосны обыкновенной, произрастающие на территории Брестского лесхоза, после чего были определены типы леса, в которых в дальнейшем проводился групповой отбор.

При групповом отборе насаждения подвергались глазомерной селекционной оценке, при которой учитывался рост деревьев, продуктивность, качество древесных стволов, обилие плодоношения, санитарное состояние.

Групповой отбор проводился в спелых и приспевающих насаждениях сосняка мшистого, орлякового и черничного.

По результатам группового отбора было отобрано 6 насаждений.

Участок № 1 расположен в квартале 27, выделе 2 Меднянского лесничества ГЛХУ «Брестский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 8,2 га; состав насаждения – 10С; возраст – 97 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 27 м, а средний диаметр – 30 см; тип леса – сосняк черничный; тип лесорастительных условий – В3. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 300 м³/га.

Участок № 2 расположен в квартале 12, выделе 10 Меднянского лесничества ГЛХУ «Брестский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 2,2 га; состав насаждения – 10С; возраст – 67 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 23 м, а средний диаметр – 26 см; тип леса – сосняк черничный; тип лесорастительных условий – В3. Насаждение произрастает по первому

классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 280 м³/га.

Участок № 3 расположен в квартале 12, выделе 8 Меднянского лесничества ГЛХУ «Брестский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 3,7 га; состав насаждения – 10С; возраст – 97 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 23 м, а средний диаметр – 24 см; тип леса – сосняк мшистый; тип лесорастительных условий – А₂. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 280 м³/га.

Участок № 4 расположен в квартале 27, выделе 11 Меднянского лесничества ГЛХУ «Брестский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 3,1 га; состав насаждения – 10С; возраст – 82 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 22 м, а средний диаметр – 26 см; тип леса – сосняк мшистый; тип лесорастительных условий – А₂. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 230 м³/га.

Участок № 5 расположен в квартале 174, выделе 3 Меднянского лесничества ГЛХУ «Брестский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 1,4 га; состав насаждения – 10С; возраст – 67 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 22 м, а средний диаметр – 22 см; тип леса – сосняк орляковый; тип лесорастительных условий – В₂. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,8 и имеет запас 300 м³/га.

Участок № 6 расположен в квартале 153, выделе 15 Меднянского лесничества ГЛХУ «Брестский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 0,6 га; состав насаждения – 10С; возраст – 62 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 20 м, а средний диаметр – 20 см; тип леса – сосняк орляковый; тип лесорастительных условий – В₂. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 240 м³/га.

В результате селекционной инвентаризации насаждений выяснилось, что насаждения №5 и №6 являются плюсовым, а все остальные можно отнести к селекционной категории «нормальные». Следующим этапом селекционных работ является выделение селекционных категорий деревьев.

В результате проведенной работы было выделено 15 плюсовых деревьев: в насаждении № 5 – 9 шт., в насаждении № 6 – 6 шт. При этом учету подвергались не только количественные показатели, но и качественные, такие как форма кроны, строение коры, очищаемость стволов от сучьев, устойчивость к болезням и вредителям и др.

Студ. Е.Д. Глушцов
Науч. рук. зав. каф. В.В. Носников
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО НА ПРИМЕРЕ ГОЛХУ «РЕЧИЦКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»

Введение. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой дуба черешчатого занимает важное место в процессе восстановления твердолиственных насаждений твердолиственных пород Беларуси. В тоже время технология его получения далека от совершенства, что не позволяет получать качественные сеянцы. Необходимо изучить ошибки и оптимизировать отдельные режимы выращивания.

Объекты и методы исследования. Особенности выращивания посадочного материала дуба черешчатого с закрытой корневой системой изучались на базе постоянного лесного питомника ГОЛХУ «Речицкий опытный лесхоз». Постоянный лесной питомник в лесхозе был введен в эксплуатацию 29 декабря 2012 г. Площадь питомника составляет 6,25 га, в том числе продуцирующая площадь – 4,96 га.

Время посева первой партии желудей в кассеты – сентябрь 2019 г. Время посева второй партии – декабрь 2019 г. Желуди были высажены в кассеты Plantek 35F. Заполнение контейнеров субстратом производилось в Республиканском лесном секционном-семеноводческом центре осенью. Субстратом послужил слаборазложившийся верховой сфагновый торф фрезерной заготовки. Высев в кассеты производился вручную. Для посадки использовались желуди третьего класса качества. Желуди были собраны в нормальных насаждениях Речицкого опытного лесхоза. Перед посадкой желуди прошли ручную сортировку. Протравливание желудей не производилось.

На первом этапе сеянцы выращивались в тепличном хозяйстве, в которое входят четыре поликарбонатные теплицы общей площадью 0,18 га. Затем кассеты помещались на поля доращивания.

Полив осуществляется двухсекционной неавтоматизированной системой – 14 поворотными дождевальными установками, с возможностью регулировки интенсивности полива. В качестве минеральных удобрений применялся желтый, голубой, зеленый и коричневый Кристалон. Норма расхода составила 70 г на 10 л воды. Обработка проводилась с помощью ранцевого опрыскивателя раз в 2 недели.

К моменту проведения исследования возраст сеянцев первой партии составил 1 год, второй партии – 9 месяцев.

Результаты и их обсуждение. Изучение особенностей посева желудей показало, что он проводился вручную. Подручными средствами в субстрате были проделаны углубления, в которые помещались желуди острым концом вниз на глубину 4–5 см. В результате произошла деформация корневых систем, а за счет глубокого посева наблюдалось образование вторичных корней на стволике. Использование желудей третьего класса качества привело к низкой всхожести, которая составляла от 68 до 75%.

В ходе исследований было определено, что полив контейнеров на поле дорастивания производится крайне неравномерно. Вес контейнеров до полива незначительно отличался, колеблясь в пределах 5 800 г. Отдельные кассеты во время полива набрали 400 гр. воды, в то время как другие 2000 гр. Разница во влагообеспечении достигает 5 раз. При поливе на некоторых участках происходит перекрестный полив сразу из нескольких дождевальных установок, что сильно переувлажняет отдельные кассеты. Также при наблюдении за поливом было отмечено, что при попадании воды в контейнер самые высокие сеянцы листьями отражали значительную ее часть, в результате чего вода, предназначенная для этих сеянцев, затекала в соседние с ними ячейки, вызывая в них дополнительное переувлажнение. Неравномерный полив вызывает также неодинаковое количество удобрений, что сказывается на качестве посадочного материала.

На основании изучения размеров сеянцев можно сделать вывод, что посадочный материал дуба черешчатого на момент проведения исследования не удовлетворяет требованиям по качеству. Средняя высота сеянцев составляет 15,0 см, в то время как согласно техническим условиям на материал лесной посадочный хвойных и лиственных пород с закрытой корневой системой, высота дуба, выращенного в теплице должна составлять не менее 20 см. Так же недостатком является большой интервал в высотах и диаметрах растений. Разница высот между самым крупным и мелким сеянцем достигает 27,5 см, а стандартное отклонение составляет 5,47 см, что на выходе дает очень неоднородный посадочный материал.

Заключение. Исходя из проведенных исследований, можно сказать, что для повышения качества посадочного материала дуба черешчатого необходимо использовать желуди первого и второго класса качества, производить их подготовку в виде обрезки и протравливания, а также осуществлять высев желудей на глубину не более 3 см, располагая желуди горизонтально. Для обеспечения равномерного полива и внесения удобрений необходимо использовать рамповую систему полива с использованием дозирующих удобрения приспособлений.

Студ. А.В. Тишалович
Науч. рук. доц. О.В. Бахур
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. МИНСКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСКУРСИЙ

Особенностью г. Минска является его водно-зеленый диаметр – система парков, водоемов, бульваров и скверов с обеих сторон реки Свислочь, которая пересекает г. Минск с северо-запада на юго-восток. В состав диаметра входят свыше 20 «зеленых зон» (парк Победы, сквер А.С. Пушкина, парк им Я. Купалы, сквер М. Казея, Центральный детский парк им. М. Горького и др.), среди которых встречаются как высокоурбанизированные территории, так и отрезки, сохранившие черты естественных природных экосистем.

Крупные города, включающие широкий набор самых разнообразных местообитаний, благоприятных для птиц, характеризуются их наибольшим видовым богатством, составляющим, как правило, почти половину всей региональной гнездовой орнитофауны. В Минске на гнездовании отмечено 110 видов птиц (46,8 % от всего количества гнездящихся видов орнитофауны Беларуси) [1].

На территории парков сообщество птиц разделяется на пять экологических групп: лесные, синантропные, птицы открытых ландшафтов, водно-болотные и околородные птицы. Доминирующими по количеству видов являются лесные птицы, далее идут синантропные.

Преобладание в Минске видов, экологически связанных с лесами различного типа, с одной стороны, является отражением в целом доминирующего положения птиц этой экологической группы на европейском континенте, с другой – объясняется широкой экологической пластичностью многих из них, позволяющей осваивать зеленые насаждения на городских территориях. К тому же древесные насаждения различного рода хорошо представлены в урбанизированном ландшафте и являются своего рода коридорами, по которым многие виды лесных птиц могут внедряться в город из естественных местообитаний, причем даже в центральные районы. Чтобы выжить в городе, пернатые приспосабливаются к обитанию в тесном соседстве с человеком, меняя многие свои естественные привычки к гнездованию и питанию.

Из птиц, включенных в Красную книгу Республики Беларусь на протяжении всего года можно встретить зимородка. Гнездятся в Минске несколько пар обыкновенной пустельги. Гнезда малой выпи можно

встретить в заказнике «Лебяжий». Воробьиный сыч – это самая маленькая из сов – гнездится в Колодищах, но иногда встречается и в городе. Из «краснокнижников» в Минске можно увидеть также сизую чайку, коростеля, лутка, серощёкую поганку, черного коршуна, большого крохаля, белоспинного дятла.

Во время массового пролета возможны встречи с такими видами, как шилохвость, малый подорлик, орлан-белохвост, турухтан. Периодически фиксируются на территории Минска нетипичные для Беларуси виды, как полярная чайка, средиземноморская чайка, мандаринка и огарь.

Парковые комплексы Минска являются привлекательным местобитанием для птиц различных экологических групп. Здесь можно встретить не только типичных представителей городских парков, но и редкие виды, которые занесены в Красную книгу Республики Беларусь.

Все больше парков Минска обустроиваются для наблюдений за птицами, что приводит к популяризации здесь бёрдвотчинга.

Бёрдвотчинг – любительская орнитология, которая включает наблюдение и изучение птиц невооруженным глазом, либо при помощи бинокля, является видом познавательного экологического туризма.

Большое значение в развитии бёрдвотчинга в Беларуси имеет общественная организация «Ахова птушак Бацькаўшчыны» (АПБ). На базе АПБ было создано унитарное предприятие «Водно-болотный центр АПБ», цель которого развить у людей интерес к дикой природе и способствовать ее сохранению. Водно-болотный центр АПБ проводит Школы начинающего бёрдвотчера, на занятиях слушатели знакомятся с сотней наиболее распространённых видов белорусских птиц, учатся их узнавать и различать.

В рамках курсов проводятся 2 экскурсии в г. Минске. Во взаимодействии с городскими властями были установлены информационные стенды в парках города, в урочище «Серебряный лог» на территории Ленинского района обустроена экологическая тропа «Город птиц», на комсомольском озере оборудован остров птиц [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сахвон В.В. Динамика видовой богатства гнездящихся птиц урбоэкосистем в долготном градиенте / В.В. Сахвон. – Журнал Белорусского государственного университета. Экология, 2019. – 29–35 с.

2. Экологические тропы г. Минска [Электронный ресурс] / Республиканский центр экологии и краеведения. Отделение экологии. – Режим доступа: http://eco.unibel.by/news/ekologicheskie_tropyi_goroda_minska.html. – Дата доступа: 29.03.2021.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА ГЛХУ «СТАРОБИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Охотничье хозяйство ГЛХУ «Старобинский лесхоз» расположено на территории Солигорского административного района Минской области, общая площадь охотничьих угодий составляет 65,3 тыс. га.

В структуре категорий угодий охотничьего хозяйства ГЛХУ «Старобинский лесхоз» преобладают лесные угодья, на долю которых приходится 57% от общей площади хозяйства, доля полевых охотничьих угодий составляет 39%, водно-болотных – 4%. Среди лесных охотничьих угодий преобладают: бор сложный – 9,9 тыс. га (26,3% от площади лесных угодий), ольсы – 9,7 тыс. га (26,0%), березняк сухой и сложный – 6,5 тыс. га (17,3%). Среди полевых охотничьих угодий преобладают пашни – 22,8 тыс. га (89,2% от площади полевых угодий).

Качество охотничьих угодий хозяйства во многом определяет численность охотничьих животных на его территории. Численность лося в охотничьем хозяйстве по данным учетов 2020 г. составила 120 особей, причем необходимо отметить, что последние годы наблюдается рост численности этого вида. Численность оленя благородного также постепенно увеличивается к 2020 г. и составляет 210. Численность косули в хозяйстве также увеличивается, хотя и не столь устойчиво, как у предыдущих видов. Так, максимальная численность этого вида отмечалась в 2019 г. – 720 особей, после чего произошло ее небольшое падение.

Высокая численность животных позволяет проводить на них успешные охоты, в том числе и с участием иностранных граждан. В хозяйстве ежегодно проводятся охоты на копытных животных, на пушные виды животных и водоплавающую дичь.

На основании данных учета и добычи охотничьих животных нами был рассчитан среднегодовой хозяйственный прирост копытных, который составил: по косуле – 19,5%; по оленю благородному – 12,0%.

Для оценки влияния копытных на лесные насаждения нами было проведено визуальное обследование сосновых молодняков и в трех выделах заложены пробные площади.

Анализ полученных результатов показывает, что существенного влияния на состояние сосновых молодняков представители семейства Оленьих не оказывают.

Исходя из существующей численности копытных в хозяйстве, проведенных нами расчетов и оценки степени влияния их на лесные

насаждения нами приняты следующие оптимальные численности: для лося – 192 особи, для косули – 834 особи и для оленя благородного – 384 особи.

Для определения запасов древесно-веточных кормов для копытных в наиболее распространенных типах лесных охотничьих угодий: бор сложный, бор сухой, бор влажный и болотный, березняк сложный – нами были заложены шесть пробных площадей с использованием общепринятых в лесоведении, лесоводстве и лесной таксации методик.

В лесотипологическом плане, пробные площади были заложены в сосняках мшистом, вересковом, черничном и долгомошном в возрасте от 40 до 65 лет, произрастающих по I–III классам бонитета, с полнотой от 0,70 до 0,86 и запасом от 130 м³ до 271 м³. А также две пробные площади были заложены в березняках черничных в возрасте 50 лет, произрастающих по I–II классам бонитета, с полнотой от 0,72 до 0,73 и запасом 210 м³ и 211 м³.

Общий запас древесно-веточных кормов в хозяйстве составляет 2 423,5 т. Так как допустимые объемы объедания животными древесной и кустарниковой растительности не должны составлять более 30% от запаса, то для расчета предельно допустимой численности использовали массу, равную 727 т.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что фактическая численность лося, оленя благородного и косули в хозяйстве не лимитируется запасом древесно-веточных кормов.

Учитывая численность популяций копытных и имеющийся в хозяйстве опыт проведения биотехнических мероприятий, для увеличения численности охотничьих животных рекомендуется осуществлять следующие биотехнические мероприятия:

- для лося – устройство солонцов с выкладкой соли-лизунца;
- для косули, оленя благородного – устройство кормушек-солонцов с выкладкой грубых, сочных, концентрированных кормов и соли-лизунца, а также создание кормовых полей;
- для зайца-русака – устройство кормушек-солонцов с выкладкой грубых, сочных, концентрированных кормов и соли-лизунца;
- для куропатки серой – устройство кормушек с выкладкой сочных и концентрированных кормов.

Для повышения привлекательности угодий хозяйства для проведения охот на водоплавающую дичь целесообразно провести расстановку искусственных гнездовий для уток в водно-болотных угодьях.

Маг. Д.Н. Пугацевич
Науч. рук. доц. О.В. Бахур
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

АНАЛИЗ ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В СФЕРУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ОХОТНИЧЬЕГО ТУРИЗМА

Экологическим туризмом принято называть туризм, направленный на лучшее понимание и бережное отношение людей к природе и побуждающий местное население сохранять природные ресурсы [1].

При широком подходе к пониманию экологического туризма основными объектами для посещения туристами являются особо охраняемые природные территории различных категорий и видов. Особую категорию объектов показа в экскурсиях составляют разнообразные природные и природно-культурные объекты [2], в том числе:

- наиболее популярные и примечательные биологические виды (представители флоры и фауны), так называемые виды флагманы, эндемичные и реликтовые виды;

- уникальные объекты и явления неживой природы (геологические, гидрологические и другие элементы ландшафта);

- экзотические растительные сообщества и биоценозы в целом.

Объектами экотуризма могут выступить не только природные, но и природно-антропогенные комплексы, элементы традиционной культуры, которая составляет единое целое с окружающей средой.

Основными же природными объектами охотничьего туризма выступают фаунистические ресурсы. Перечень объектов, на которые может быть организована охота на территории Республики Беларусь, регулируется Правилами охоты.

Воздействия на природную среду, связанные с развитием туризма, можно рассматривать с точки зрения прямых, косвенных и стимулированных эффектов, которые могут быть как положительными, так и отрицательными. Прямое воздействие туризма на природную среду включает следующие положительные эффекты:

- сохранение (восстановление) исторических зданий и мест;

- создание национальных парков и заповедников;

- сохранение лесов.

С негативной стороны туризм может оказывать прямое отрицательное воздействие на качество воды, воздуха и уровень шума. Слив сточных вод, использование моторных лодок на внутренних водоемах обостряют проблемы загрязнения природной среды. Возрастающее ис-

пользование двигателей внутреннего сгорания для туристского транспорта, сжигание топлива для обеспечения энергией гостиничных кондиционеров и холодильников ухудшает качество воздуха. Негативное воздействие на природную среду может иметь весьма серьезные последствия. Так, охота и рыболовство непосредственно воздействуют на природу; растительные сообщества испытывают негативное воздействие со стороны пеших туристов и велосипедистов; неправильная утилизация отходов способна нанести ущерб эстетическим качествам природной среды. Природная среда, преобразованная техногенными воздействиями, приобретает признаки визуальной агрессивности [2].

Республика Беларусь обладает достаточным количеством и разнообразием природных объектов для развития как экологического, так и охотничьего туризма. Несмотря на то, что охотничий туризм можно рассматривать как часть экотуризма, между ними зачастую возникают конфликты по способу использования одних и тех же природных объектов. Так охотхозяйства добывают в процессе охоты крупных копытных животных, тогда как в экотуризма они являются основными объектами фотосъемки в период гона. Охотничьи хозяйства используют глухариные тока для отстрела самцов и негативно рассматривают вариант появления на данных территориях орнитологов, анималистов или туристов. Сам факт охоты на определенной территории приводит к формированию у животных страха перед человеком, что снижает эффективность организации экологических туров. Кроме того, под влиянием охоты животные чувствуют себя в безопасности в ночное время, что ограничивает возможности наблюдения и фотографирования их.

Также можно указать и наличие противоречий в использовании флористических ресурсов. Лесохозяйственные учреждения осуществляют вырубку спелых лесов, для них они выступают основным объектом хозяйственной деятельности и получения доходов за счет продажи древесины. В тоже время спелые насаждения отличаются более высоким биологическим разнообразием и являются более привлекательными для проведения экологических экскурсий [3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Котляков В.М., Комарова А.И. Туризм: природа – культура – путешествия. Пятиязычный словарь. М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. – 672 с.

2 Сергеева Т.К. Экологический туризм. – М.: Финансы и статистика, 2004.–360 с. 4. Туризм и экология. С-Пб.: С-Пб ГУСЭ, 2006.–223 с.

3 Храбовченко, В. В. Экологический туризм. Учебно-методическое пособие / В. В. Храбовченко. «Инфра-М» (Россия), 2007. – 208 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ В РАЗЛИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

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. Особое внимание уделяется тому, как комплекс животных будет способствовать восстановлению заброшенных сельскохозяйственных земель, а также деградировавших по той или иной причине лесных экосистем. Идентифицировано что, 60 видов птиц, 24 вида млекопитающих и 26 видов беспозвоночных будут занимать и активно развиваться на заброшенных сельскохозяйственных землях в Европе. 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.

Все эти факторы в совокупности будут положительно влиять на возвращение крупных млекопитающих. Европейские виды травоядных и плотоядных растут с 1960 г. в количестве и распределении как стабильная популяция Восточной Европы естественно колонизирующая заброшенные ландшафты Скандинавии и Средиземноморья.

Такой подход важен для рассмотрения трофических взаимодействий между видами и каскадным эффектом управления восстановлением. Для примера, взаимосвязь популяций амфибий и бобра, выгодны для восстановления канав на заброшенных территориях Западной Европы. Присутствие рыси в некоторых частях Швейцарии сократило козулю и серну регулирующим воздействием на обе популяции [2].

Территории после восстановления путем внедрения комплекса крупных фитофагов и другой фауны могут, на региональном уровне, обеспечивать местообитания биоразнообразием с сохранением результатов функций управления территорией [3].

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.

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, хотя эрозия может увеличиться в первые годы после оставления территорий.

Для водорегулирующего режима будет наблюдаться, что качество воды улучшится на заброшенных месторождениях на местном уровне. Тем не менее, переход от пастбищ к лесу, будет являться обращением к системе с более высоким уровнем водопользования, что может привести к уменьшению уровня воды в почве [4].

Интенсивные сельскохозяйственные районы и искусственные леса предназначены для специфического предоставления услуг. Экстенсивное сельское хозяйство это компромисс между предоставлением продовольствия 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 Abandoned Landscapes in Europe (Laetitia M. Navarro and Henrique M. Pereira).
2. McNeely, J. A. (1994). Lessons from the past: Forests and biodiversity. Biodiversity and Conservation.
3. Kamler, J., Homolka, M., Barancěková, M., & Krojerová-Prokesřová, J. (2010). Reduction of herbivore density as a tool for reduction of herbivore browsing on palatable tree species. European Journal of Forest Research.

Студ. Д.А. Карканица
Науч. рук. доц. Д.А. Бессараб
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ТУРИЗМЕ НА ПРИМЕРЕ МУЗЕЯ «ВАЛУНОВ»

Государственная программа «Беларусь гостеприимная» на 2021–2025 гг. определяет экологический туризм как один из наиболее успешных проектов последние годы [1]. Беларусь имеет богатую базу для организации экологического туризма, который ориентирован на освоение объектов геологического наследия. Этому поспособствовали континентальные оледенения, которые на протяжении последнего миллиона лет не менее 5 раз приходили на территорию современной Беларуси. Первые четыре из них получили название по наименованию рек: наревское, березинское, днепровское и сожское. Последнее, покинувшее территорию Восточно-Европейской равнины лишь 10 тыс. лет назад, называют поозерским. Наревское оледенение является древнейшим. Оно покрывало северную и центральную части территории Беларуси, с максимальным распространением его льдов до оси Брест–Гомель. Березинское оледенение почти полностью перекрыло территорию Беларуси, за исключением участка к югу от линии Столин–Петриков–Ельск. Днепровское оледенение продолжалось 70 тыс. лет, в течение которого льды достигали максимального распространения к югу на территории Беларуси и Русской равнины. Оно сыграло важную роль в формировании современного облика земной поверхности Беларуси. Сожский ледник распространялся на территории Беларуси 220–110 тыс. лет назад. Он покрывал большую часть ее территории, за исключением Полесья. Во время оледенения образовались Дзержинский, Каменногорский и Загорский угловые массивы. Последнее, поозерское оледенение длилось от 95 до 14 тыс. лет назад. С ним связано формирование рельефа северной части современной территории нашей страны [2]. Идея создания музея «Валунов» принадлежит академику Г.И. Горецкому. Музей расположен в микрорайоне «Уручье» г. Минска и является единственным в своем роде. Его площадь составляет 7 га. В нем более 2 тыс. валунов размещены в систематизированном порядке по шести экспозициям, отражающим и объясняющим закономерности размещения обломочного материала на территории нашей страны. Главной, центральной, композицией является карта Беларуси. Ее горизонтальный масштаб составляет 1:2500, а вертикальный – 1:100. Реки

выложены светлой крошкой и выполняют функцию пешеходных дорожек. На возвышенностях расположены крупные валуны, соответствующие своему месту находки. Это позволяет изучить характерные особенности петрографического состава местных валунных ассоциаций. Для этого на карте цепочками из небольших валунов выложены границы конечного стояния сожского и поозерского оледенений.

Вторая экспозиция музея называется «Питающая провинция». Здесь собраны валуны-эндемики, по которым можно определить направление движения ледника.

Третья экспозиция «Петрографическая коллекция», свидетельствует о разнообразии состава валунов. Она создана в виде круга, окаймленного и разделенного пешеходными тропами на четыре сектора, в которых расположены валуны магматических, осадочных и метаморфических горных пород. Это символизирует круговорот вещества в природе, во время которого образовались эти породы.

В четвертой экспозиции «Форма валунов» собраны образцы обломочного материала, имеющих наиболее характерные очертания валунов ледникового происхождения. Их форма зависит от свойств породы и воздействующих ледниковых процессов.

Пятая экспозиция «Камень в жизни человека» демонстрирует валуны, связанные с материальной и духовной культурой белорусов. Наиболее значимыми из них являются крест Стефана Батория и камень «Дед».

Шестая экспозиция «Аллея валунов» является главной пешеходной дорожкой, по одну сторону которой открывается панорама Парка с холмами и равнинами, а по другую – извилистая цепь огромных плоских и округлых валунов [3].

Современное развитие экологического туризма требует от нас внимания к своему уникальному геологическому объекту, который нужно более активно и в большем объеме использовать для развития экологического туризма и просвещения граждан. Этот уникальный памятник природы может стать настоящей жемчужиной столицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа «Беларусь гостеприимная» на 2021–2025 гг.: от 29 января 2021 г. // Постановление Совета Министров Республики Беларусь. – 2021. – № 58.

2. Комаровский, М. Е. Движение льдов припятского и поозерского оледенений на западе Беларуси / М. Е. Комаровский, Е.В. Хилькевич // Літасфера – 2015– № 1 (42). – С. 71–80.

3. Ляўкоў Э. А. Маўклівыя сведкі мінуўшчыны – Мінск: Навука і тэхніка, 1992. – 215 с.

Маг. А.Д. Гаврилова
Науч. рук. зав. каф. Я.А. Шапорова
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕСОПАРКАХ

Лес, в первозданном состоянии, не приспособлен для качественного и полноценного отдыха человека. Именно поэтому были созданы и развиты технологии по благоустройству лесных насаждений, называемые лесопарковыми зонами или лесопарками.

Лесопарковое хозяйство – подотрасль лесного хозяйства, задачами которой являются сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и иных функций лесов [1].

Лесопарковое хозяйство ведется по участковому методу. При ведении лесопаркового хозяйства выполняются работы: ландшафтные рубки, посадки, уход за посадками, лугами, дорогами, тропами и площадками, мелиоративной сетью, гидротехническими сооружениями, гражданскими сооружениями; содержание территории в чистоте; защита леса от вредителей и болезней и другие мероприятия [2].

В современном мире четко прослеживается тенденция внедрения экологических технологий. Они необходимы для избегания страшных последствий деятельности человека, создаются и внедряются экологические технологии и как их еще можно назвать – «зеленые» технологии.

Единого определения «зеленых» технологий не существует. Однако имеется общий подход, предполагающий достижение главной цели – снижение негативного воздействия человека на окружающую среду путем сокращения объемов потребляемых ресурсов, уменьшение количества отходов, повышение энергоэффективности производства и быта, повторное использование материалов и другие технологии.

Согласно классификации Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), «зеленые технологии» охватывают сферы:

– общее экологическое управление (управление отходами, борьба с загрязнением воды, воздуха, восстановление земель);

– производство энергии из возобновляемых источников, смягчение последствий изменения климата, снижение вредных выбросов в атмосферу, повышение энергоэффективности зданий и бытовых приборов.

Не только развитые страны двигаются в направлении экологических технологий. В последние годы со стороны быстроразвивающихся стран наблюдается повышенное внимание к сфере экологических технологий. Эту тенденцию можно наблюдать на примере Китая. На данный

момент в Китае действуют свыше 1600 государственных инкубаторов и научных парков, большинство из которых вовлечены в проекты по разработке экологически чистых технологий.

Основная часть «зеленых технологий» сосредоточена в небольшом числе стран, при этом наблюдается определенная специализация: в Австралии – по борьбе с загрязнением воды, в Дании – по возобновляемой (в первую очередь ветровой) энергетике, в Германии – по борьбе с загрязнением воздуха, в Испании – по солнечной энергетике.

Значительный прогресс отмечается в странах БРИИКС (Бразилия, Россия, Индия, Индонезия, Китай, ЮАР), которые разрабатывают технологии по управлению отходами, контролю над загрязнением воды и возобновляемой энергетике [3].

К сожалению, уровень развития этого направления в Беларуси существенно ниже, чем в европейских странах-соседах. Однако ежегодно проводится множество исследований, внедряются все новые и новые технологии как правительством и научным камьюнити, так и простыми неравнодушными гражданами. Так в Минске успешно функционирует экопроект «Plogging Belarus» [4].

Движение началось в 2016 г. в Швеции: люди выходили на пробежку с мусорными пакетами и собирали мусор во время бега. Они выкладывали фото найденных отходов с хештегом #plogging в соцсети, чтобы привлечь внимание к проблеме загрязнения окружающей среды. С мая 2019 г. к движению присоединилась и Беларусь. Миссия – сделать лесопарки Беларуси уютнее и чище, обратить внимание на проблему отходов и мотивировать людей меньше мусорить.

Таким образом развитие экологических технологий в стране есть, однако предстоит еще огромный путь по достижению необходимого уровня для сохранения и поддержания окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной кодекс Республики Беларусь от 24 декабря 2015 г. – Минск: Национальный центр правовой информации, 2017. – 128
2. Ландшафтная таксация : методические указания по учебной практике для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / [сост. О. А. Севко]. - Минск : БГТУ, 2010. - 69 с.
3. Зеленые технологии. Обзор новых научно-технических разработок №3 [336] 12.03.2018. [Электронный ресурс] /relga.ru. – Режим доступа: <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=5324&level1=main&level2=articles>. – Дата доступа: 21.03.2021.
4. Плоггинг [Эл. источник] – Инстаграмм страница / Режим доступа: @plogging.belarus. – Дата доступа: 07.04.2021.

УДК 630*432:630*587

Студ. А.Г. Пинчук, студ. Е.Е. Гладкевич, студ. А.В. Арловская
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник (кафедра лесоустройства, БГТУ)

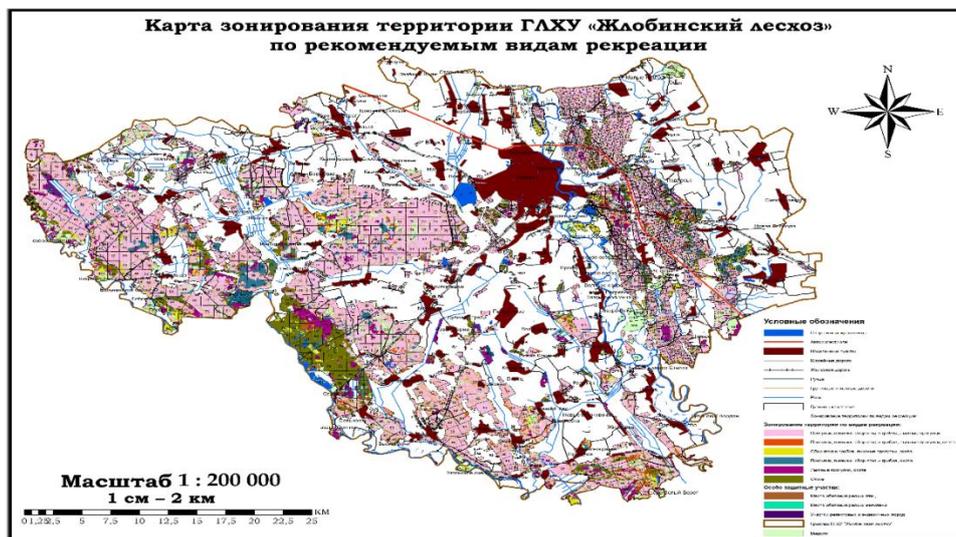
ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГЛХУ «ЖЛОБИНСКИЙ ЛЕСХОЗ» ПО ВИДАМ РЕКРЕАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Туристический бизнес, благодаря неуклонно растущему спросу на туристические услуги, относится к числу наиболее быстро развивающихся отраслей мирового хозяйства, которое в современных условиях невозможно без соответствующей модернизации туристической инфраструктуры [1]. Геоинформационные системы (ArcGIS, MapInfo, QGIS) в туризме также являются неотъемлемой частью процесса распространения и использования информации. Их использование относится к перспективным направлениям в туристско-рекреационном проектировании и освоении территорий, что предполагает не просто проведение анализа территории, но и вычисление интегральных оценок, служащих формализованной основой принятия решений, которые должны быть ориентированы на учет в количественном выражении туристско-рекреационный потенциал территории и его распределение. С целью проведения оценки рекреационно-туристического потенциала необходимо создать геоинформационный проект для совместной обработки картографических и атрибутивных данных. Картографическая база данных включает цифровые, векторные карты, полученные при базовом лесоустройстве, а атрибутивная – по выделную характеристику земель лесного фонда. Каждому участку (выделу) на цифровой карте соответствует определенная запись в атрибутивной базе данных, которая имеет достаточно сложную структуру, данные в ней закодированы, в связи с чем ее использование в неадаптированном виде при работе в ArcGIS не представляется возможным [1], т.к. ее базовая оболочка не поддерживает связи между данными в имеющейся системе кодирования показателей структуре базы лесостроительных данных РУП «Белгослес». В этой связи выполнено объединение лесотаксационных данных в одну таблицу, где буквенные и цифровые коды основных таксационных показателей и характеристик лесного фонда ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» были преобразованы в символьный формат (в Microsoft Access создавалась система справочников), пригодный для обработки на основе геоинформационных технологий. Для зонирования территории по видам рекреации использовалась шкала (таблица), утвержденная для Республики Беларусь. В созданной базе данных ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» были добавлены соответствующие поля для каждого вида рекреации.

**Таблица – Пригодность биогеоценозов для рекреации
(по Л.Н. Рожкову [2]) (фрагмент)**

Биогеоценоз	Вид рекреации			
	прогулки и пикники	сбор ягод и грибов	лыжные прогулки	охо- та
Сосняки на сухих, свежих и влажных почвах	+	+	+	+/-
Сосняки на сырых и мокрых почвах	-	+	+/-	+
Березняки на сухих, свежих и влажных почвах	+	+	+	+
Березняки на сырых и мокрых почвах	-	-	+	+

Конечным информационным продуктом является векторный полигональный слой по видам рекреации, который позволяет создать пространственную тематическую карту зонирования территории лесхоза (рисунок 1).



**Рисунок – Тематическая карта зонирования территории
ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» по рекомендуемым видам рекреации**

Схемы территориального планирования являются «проекцией» для стратегий социально-экономического развития и целевых комплексных программ, позволяющих выстроить механизм наиболее эффективного использования имеющихся ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пушкин, А. А. Геоинформационные технологии в экологическом туризме: пособие для студентов / А. А. Пушкин. – Минск: БГТУ, 2013. – 151 с.
2. Рожков, Л. Н. Экологически ориентированное лесоводство / Л.Н. Рожков. – Минск: БГТУ, 2005. – 182 с.

УДК 630*432:630*587

Студ. А.Г. Пинчук, студ. Е.А. Шульга, студ. Л.В. Невмержицкая
 Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник (кафедра лесоустройства, БГТУ)

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ГЛХУ «ЖЛОБИНСКИЙ ЛЕСХОЗ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Перспективным направлением использования информационных технологий в туристско-рекреационном проектировании и освоении территорий является разработка тематических геоинформационных систем, в основе которых лежит электронное (цифровое) картографирование [1]. Элементом схем территориального планирования является разработка предложений по развитию туризма и определение перспектив использования туристско-рекреационных лесных ресурсов. Этой цели служит эстетическая оценка лесных выделов, для которой применяются шкалы, основанные на сочетании субъективного зрительного описания ландшафтов и объективного оценивания ландшафтно-таксационных характеристик, например шкала В.С. Моисеева и Н.М. Тюльпанова [2]. Но по шкале сохраняется субъективность визуального восприятия эстетики увиденного ландшафта. Более точное определение эстетической оценки с помощью ГИС-технологий возможно при использовании шкалы с большим количеством таксационных показателей, например, 5-балльные шкалы А.Г. Штейнбока и Л.Н. Рожкова [2] (таблица).

**Таблица – Определение эстетической оценки лесных ландшафтов
 (фрагмент по А.Г. Штейнбок)**

Серия типов леса	Класс возраста насаждений											
	1–2		3		4		1–2		3–4		5	
	чистые	смешанные	чистые	смешанные	чистые	смешанные	чистые	смешанные	чистые	смешанные	чистые	смешанные
	сосна						береза					
Вересково-лишайниковая	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Мшистая	3	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1
Зеленомошно-орляковая	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Кисличная	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Крапивно-снытевая	–	–	–	–	–	2	2	2	1	2	1	1
Черничная	3	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1
Долгомошная	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2
Багульниково-сфагновая	5	5	1	4	4	4	–	–	–	–	–	–
Папоротниковая	–	–	–	–	–	–	4	4	4	4	3	3
Пойменные серии типов леса	–	–	–	–	–	3	3	3	2	2	2	2

Для проведения эстетической оценки лесных ландшафтов по шкалам с использованием ГИС-технологий необходимо создание геоинформационного проекта лесхоза для совместной обработки картографических (цифровые, векторные карты) и атрибутивных данных (повыделную характеристику земель лесного фонда, полученные при базовом лесоустройстве) [1]. Была произведена раскодировка и объединение лесотаксационных данных в одну таблицу (базу), где буквенные и цифровые коды основных таксационных показателей и характеристик лесного фонда ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» были преобразованы в символьный формат, пригодный для использования в ГИС-технологиях [1].

Конечным информационным продуктом является векторный полигональный слой балльной эстетической оценки, который позволяет создать пространственную тематическую карту эстетической оценки лесных ландшафтов лесхоза (рисунок 1).

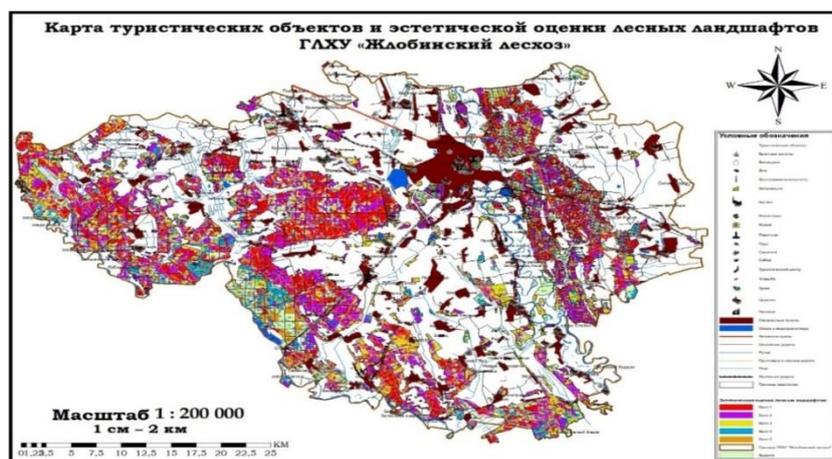


Рисунок – Тематическая карта эстетической оценки лесных ландшафтов ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» в ArcGIS

Схемы территориального расположения оцененных лесных выделов могут использоваться для стратегического планирования социально-экономического развития и целевых комплексных программ лесхоза, позволяющих более эффективно использовать имеющиеся лесные ресурсы для целей туризма и рекреации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пушкин, А.А. Геоинформационные технологии в экологическом туризме: пособие для студентов / А.А. Пушкин. – Минск: БГТУ, 2013. – 151 с.
2. Севко О.А. Ландшафтная таксация с основами парколесоустройства учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / О.А. Севко. – Минск: БГТУ, 2009. – 77 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНЫ И ЕЛИ ОТ ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ В СМЕШАННОМ ДРЕВОСТОЕ

В связи с преобладанием на территории Республики Беларусь смешанных насаждений, что связано с быстротой роста в молодом возрасте сосны, ели и березы, высокой приспособляемостью к разным условиям среды, нетребовательностью к почвам и климату, засухоустойчивостью, вопрос об оптимизации лесовыращивания данных насаждений является актуальным на протяжении многих лет.

При таксации древостоя на пробной площади использовался метод сплошного перечета деревьев.

Для каждого дерева с помощью мерной вилки были измерены два перпендикулярно расположенных диаметра на высоте 1,3 м от комля, с округлением до 0,1 см, высота деревьев. Для каждого дерева была измерена высота и протяженность живой кроны с помощью оптического высотомера *SUUNTO PM5/1520*. Измерение радиуса крон так же, как и положение деревьев в системе координат, проводилось 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.

Для дальнейшего построения пространственного размещения деревьев на пробной площади использовался метод линейных засечек. В пределах каждого квадрата 10x10 м измеряется расстояние от двух угловых вешек до дерева или пня.

Для упрощения работы использовался ультразвуковой дальномер. По результатам измерений в *Q-GIS* сформирована цифровая модель пробной площади.

По каждой породе выбиралось 20% деревьев для дальнейшего анализа. Около отобранных деревьев в пределах их кругов конкуренции выбираются соседние деревья, разделенные по породам. За круг конкуренции принимается двойной радиус кроны. Для получения среднего радиального прироста отобранных деревьев более точным способом были взяты и отсканированы керны, которые далее обрабатывались с помощью *Q-GIS*.

Регрессионный анализ полученных данных осуществляется в программе Statistica. Была сформирована общая таблица таксационных показателей деревьев сосны и ели.

Затем в программе отдельно по породам анализируется влияние соседних деревьев на сосну (потом ель) путем построения регрессионных уравнений и анализа показателей дисперсии и коэффициента корреляции.

Оценивалась зависимость таксационных показателей центральных деревьев сосны (ели) (диаметра (D), высоты (H), радиуса кроны (R), радиального прироста (Z)) от таксационных показателей (диаметра, высоты, радиуса кроны) соседних деревьев различных пород и среднего расстояния до соседних деревьев (L).

Исходя из выведенных уравнений выявлено, что большее влияние на рост и развитие деревьев сосны оказывают деревья ели и березы. При этом береза оказывает наибольшее влияние на диаметр дерева (уравнение: $D_{\text{сосны}}=b_0+b_1\cdot L_6+b_2\cdot D_6+b_3/H+b_4\cdot R_6$, с коэффициентом корреляции равным 0,77649311), а ель – на высоту дерева (уравнение: $H_{\text{сосны}}=b_0+b_1\cdot L_e+b_2/D_e^3+b_3\cdot H_e^3+b_4\cdot R_e$, с коэффициентом корреляции равным 0,75). Это обусловлено нахождением пород в разных ярусах, быстротой роста, а также конкуренцией за свет.

На влияние и развитие ели наибольшее влияние оказывают деревья березы, оказывающие высокое влияние на радиус кроны смоделированное уравнение: $R_{\text{ели}}=b_0+b_1/(L_6\cdot R_6)+b_2/H_6^2+b_3\cdot D_6^3$ с коэффициентом корреляции равным 0,98, что так же обусловлено нахождением в разных ярусах и конкуренцией за световую энергию.

Исследование показало очевидное влияние пространственной структуры древостоя на таксационные показатели произрастающих в нем деревьев, а соответственно возможность воздействия на эту структуру проводимыми рубками ухода, для достижения конкретных таксационных показателей. Что позволит формировать древостои с заданными качественными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Погорельский В. А. «Влияние пространственной структуры на таксационные показатели сосны в смешанном древостое» // 71-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов: в 4-х ч. – Минск, 20–25 апреля 2020 г. – Минск: БГТУ, 2020. – Ч. 1. – 278 с.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТНПА ПО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЮ

В данной работе представлены краткие результаты анализа доступных баз данных нормативно-правовой информации по направлению «Лесопользование» [1, 2].

Представлены краткие результаты анализа основных НТНПА и НПА, которыми обязан руководствоваться инженер по лесопользованию (таблица 1).

Таблица – Анализ основных (Т) НПА по лесопользованию

Тип, номер и дата принятия (Т) НПА	Название документа	НПА регулирует, обозначает	Документом утверждены
1	2	3	4
Постановление МЛХ РБ № 68 19.12.2016	Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь	Проведение рубок главного, промежуточного пользования, прочих рубок, а также правила очистки лесосек от порубочных остатков.	Правила рубок главного пользования, промежуточного пользования и прочих
Постановление МЛХ РБ № 66 19.12.2016	Инструкция о порядке освидетельствования лесосек и участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы	Порядок освидетельствования лесосек, участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы, правила проведения контрольного освидетельствования	Инструкция о порядке освидетельствования лесосек и участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы
СТБ 1708-2006 01.06.2007	Устойчивое лесосоуправление и лесопользование. Основные положения	Основные положения устойчивого лесосоуправления и лесопользования в Республике Беларусь.	Основные положения устойчивого лесосоуправления и лесопользования.
СТБ 1360-2002 01.07.2003	Устойчивое лесосоуправление и лесопользование. Рубки главного пользования. Требования к технологиям	Требования к технологическим процессам рубок главного пользования, в соответствии с критериями устойчивого управления лесами.	Требования к технологиям рубок главного пользования

Продолжение таблицы

1	2	3	4
СТБ 1361-2002 01.07.2002	Устойчивое лесопользование и лесосоуправление и лесосоупользование. Рубки промышленного пользования. Требования к технологиям	Требования к технологическим процессам рубок промежуточного пользования в соответствии с критериями устойчивого управления лесами.	Требования к технологиям рубок промежуточного пользования.
ТКП 622-2018 (33090) 01.10.2018	Технические требования при лесоустройстве. Отвод и таксация лесосек в лесах РБ.	Технические требования при проведении лесоустройства на участках лесного фонда Республики Беларусь, их технологию, технические требования к проведению отвода, таксации и освидетельствованию лесосек.	Требования к проведению базового лесоустройства, правила отвода и таксации лесосек.

Таким образом, к применимому законодательству по направлению «Лесопользование» можно отнести: Лесной кодекс, законодательство по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, другие законодательные акты по лесному хозяйству; постановления, приказы, распоряжения, инструкции и другие руководящие материалы вышестоящих органов по вопросам лесопользования; основы трудового законодательства; правила и нормы охраны труда [3] и др.

Основными документами для целей оперативного лесопользования (инженер по лесопользованию) являются Правила рубок леса (приняты постановлением МЛХ РБ №68 от 19.12.2016 (с изменениями)), также Правила отвода и таксации лесосек согласно ТКП 622-2018, Инструкция о порядке освидетельствования лесосек (постановление МЛХ РБ № 66 от 19.12.2016 и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://pravo.by/>. – Дата доступа: 21.04.2021.

2. Национальный фонд технических нормативно-правовых актов [Электронный ресурс] / Национальный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://tnpa.by/>. – Дата доступа: 22.04.2021.

3. Охрана труда Беларуси [Электронный ресурс] / ООО «Эксперт охраны труда». – Гродно, 2021. – Режим доступа: <http://otb.by/>. – Дата доступа: 21.04.2021.

АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ БЕЛОРУССКИХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЛЕСНЫХ СЕРТИФИКАТОВ

Лесная сертификация в Республике Беларусь осуществляется в соответствии с требованиями международной схемы Лесного попечительского совета FSC и в рамках Национальной системы подтверждения соответствия, признанной Общеввропейским советом по лесной сертификации (PEFC) [1-3]. С учетом требований международной схемы FSC сертифицировано 96 лесхозов, или 8,3 млн. га лесного фонда (98,5% всего лесного фонда Министерства лесного хозяйства (МЛХ)) [1]. На сайте организации FSC можно найти базу данных (БД) всех выданных сертификатов [2]. Нами выполнен анализ количества сертифицированных лесхоз, составлена таблица, в которой отражена ситуация по государственным производственным лесохозяйственным объединениям (количество лесхозов) (таблица 1).

Таблица 1 – Количество не сертифицированных лесхозов по лесохозяйственным производственным объединениям Министерства лесного хозяйства

ГПЛХО	Общее количество лесхозов, шт.	Количество сертифицированных лесхозов, шт.	Количество не сертифицированных, шт.
Брестское	15	14	1
Витебское	19	18	–
Гомельское	21	19	–
Гродненское	11	11	–
Минское	21	20	1
Могилевское	13	13	–

Таким образом, в Минском ГПЛХО один лесхоз не сертифицирован – Боровлянский спецлесхоз, в Брестском – Домановский лесхоз.

Из 100 лесхозов, относящихся к Министерству лесного хозяйства, не сертифицированными являются только 2. Это значит, что на 21.04.2021 более 99% лесов, относящихся к МЛХ, являются сертифицированными по стандартам FSC. На долю МЛХ приходится порядка 90% лесов Беларуси, тогда как леса, находящиеся в Управлении делами Президента Республики Беларусь (УДП) составляют около 8% лесного фонда Беларуси. В ведении УДП находятся четыре Национальные парка, Березинский биосферный заповедник, а также ГЛХУ «Тетеринское» и ГЛХУ «Красносельское» (таблица 2).

Таблица 2 – Количество действующих сертификатов в Управлении делами Президента Республики Беларусь по схеме FSC

Показатель	Всего, шт		Тип сертификата
	общее количество	количество не-сертифицированных	
Национальные парки	4	–	Совмещенный (на лесоуправление и цепочку поставок)
Заповедники	1	–	
Государственные лесохозяйственные учреждения	2	–	

По данным из таблицы видно, что все леса, находящиеся под юрисдикцией Управления делами Президента, являются сертифицированными по стандартам FSC. По схеме PEFC сертифицированы системы лесоуправления и лесопользования 93 лесхозов МЛХ на площади 8,0 млн. га лесного фонда (95,0% всего лесного фонда Министерства лесного хозяйства) [1, 3]. По базе данных сертификатов PEFC [3] получается следующая информация (таблица 3).

Таблица 3 – Количество лесхозов, сертифицированных по схеме PEFC

Показатель	Тип сертификата		
	Совмещенный (ЛУ, ЦП) (FM/CoC)		Цепочка поставок (CoC)
	групповой	индивидуальный	
Количество, шт.	82	12	80

Таким образом, практически все государственные лесохозяйственные учреждения и все природоохранные учреждения страны являются сертифицированными, что означает высокий уровень соответствия международным требованиям и нормам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство лесного хозяйства [Электронный ресурс] / Министерство лесного хозяйства. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://www.mlh.by/>. – Дата доступа: 21.04.2021.
- 2.FSC Public Search [Electronic resource] / FSC. – Bonn, 2021. – Mode of access: <http://info.fsc.org/>. – Date of access: 21.04.2021.
- 3.PEFC Certified [Electronic resource] / PEFC. – Geneva, 2021. – Mode of access: <http://pefc.org/>. – Date of access: 21.04.2021.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРКОВЫХ РОЗ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ

Среди красивоцветущих кустарников розы являются несомненными лидерами, однако, в силу их требовательности в культуре и недостаточно высокой зимостойкости, эти растения ограничено используются в городских условиях. В этой связи исследования в области введения в культуру наиболее устойчивых и неприхотливых представителей роз представляет несомненную актуальность [1].

Парковые розы благодаря высокой зимостойкости, раннему продолжительному цветению, устойчивости в культуре, декоративности цветков и соцветий, яркой осенней окраски листьев заслуживают широко использования в ландшафтном дизайне.

Эта группа роз включает в себя видовые розы (шиповники), а также их многочисленные гибриды и сорта.

В природно-климатических условиях Беларуси наиболее перспективны для выращивания следующие виды роз: Р. собачья, Р. морщинистая, Р. краснолистная, Р. эглантирия, Р. бедренцоволистная и др. [2].

В коллекции роз Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» представлены следующие культивары парковых роз: Р. морщинистая '*PinkGrootendorst*', '*F. J. Grootendorst*', '*Hansa*', Р. макранта '*Raubritter*', Р. галлика '*CardinaldeRichelieu*', Р. лютеа '*PersianYellow*'.

Основное достоинство этих культиваров – обильное цветение, обычно в летне-осенний период, декоративность соцветий, высокая морозостойкость растений. Многие сорта парковых роз имеют махровые или полумахровые цветки и обильное цветение, что позволяет использовать их для солитерных посадок. Эти растения также перспективны для создания групп и неформованных цветущих живых изгородей. После цветения такие кустарники образуют большое количество яркоокрашенных плодов, поэтому посадки парковых роз будет выглядеть декоративными до глубокой осени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Номеров Б. А. Садовые розы. Издательство Московского университета, 1973. 6 с.
2. Антипов В. Г. Декоративная дендрология. Минск: БГТУ. 2004, 470 с.

СОРТОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛАПЧАТКИ КУСТАРНИКОВОЙ В ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ»

Лапчатка кустарниковая, или Курильский чай кустарниковый является наиболее известным кустарником рода Лапчатка.

В ландшафтном строительстве Беларуси эта порода пока не получила широко распространения, однако благодаря обильному цветению (все лето и осень, вплоть до заморозков), высокой засухоустойчивости, зимостойкости, неприхотливости к почвам, устойчивости в городских условиях заслуживает более широкого использования.

В настоящее время сотрудниками Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» выведены 3 сорта лапчатки кустарниковой:

Иллюзия – сильно ветвящийся кустарник в виде ажурного среднерослого полушарообразного растения до 80 см высотой, с побегами в молодом возрасте зелеными, затем коричневатыми. Листья опушенные, состоят из пяти листочков, зеленых с серебристым оттенком. Листочки ланцетные, до 3 см длиной и 1 см шириной, на верхушке тупо заостренные, с обеих сторон волосистые. Цветки полумахровые в многочисленных щитковидных метелках, количество цветков в соцветиях 10–22 шт. Лепестки от розовых в начале цветения, до чисто белых в конце его, округлые, диаметром 2–2,5 см. Средний по сроку цветения сорт. Быстрорастущий. Зимостойкость и засухоустойчивость высокие;

Рассвет – сильно ветвящийся кустарник в виде ажурного высокорослого овальной формы растения до 110 см высотой, с побегами в молодом возрасте зелеными, затем коричневатыми. Листья состоят из пяти листочков, зеленых с серебристым оттенком, опушенные. Листочки ланцетные, до 3 см длиной и 1 см шириной, на верхушке тупо заостренные, с обеих сторон волосистые. Цветки простые, бокаловидные, в многочисленных щитковидных метелках, количество цветков в соцветиях 15–20 шт. Лепестки от кремовых в начале цветения до бело-желтых в конце цветения, округлые. Диаметр цветков составляет 2–2,5 см;

Снежинка – сильно ветвящийся кустарник высотой и шириной 0,8–1 м, надземная часть шаровидная. Листья опушенные, темно-зеленые, ланцетные. Цветки простые, ослепительно белые с желтыми тычинками, 2,5–3,5 см в диаметре, количество цветков в соцветии составляет 17–20 шт. Засухоустойчив. Светолюбив.

В состав коллекции лапчатки кустарниковой также входят сорта зарубежной селекции:

Uman – очень густой, декоративно-цветущий карликовый кустарник, вырастающий до 60 см, компактный, аккуратный. Цветки крупные, двуцветные, оранжево-красные с яркой желтой серединой. В прохладную погоду цветки становятся более красными. Зимостойкий. Засухоустойчивый. Светолюбив;

Pink Beauty – высота растения до 0,5 м при 0,8 м ширины. Цветки не типичного для лапчаток приятного розового цвета, очень крупные, до 5 см в диаметре. Листья сложные, листочки мелкие, многочисленные, зеленые. Цветение обильное и продолжительное с июня по сентябрь. Осенняя окраска цветов становится более интенсивной. Зимостойкость ниже, чем у сортов с желтыми цветками. Светолюбив, но переносит легко затенение. Засухоустойчив, дымо- и газоустойчив. Хорошо переносит стрижку;

Gold Star – компактный кустарник с округлой формой надземной части, высотой до 0,8 м и диаметром до 1,2 м. Один из лучших сортов лапчатки кустарниковой. Цветет крупными ярко-желтыми цветками до 5 см в диаметре с июня по октябрь. Листья серо-зеленые, состоящие из 3–7 ланцетно-яйцевидных листочков, до 3 см длиной. Засухоустойчив. Нетребователен к плодородию почвы;

Abbots wood – компактный кустарник округлой формы, высотой до 1 м и диаметром до 1,3 м. Цветет небольшими белыми цветками до 3 см в диаметре с июня по октябрь. Листья желтовато-зеленые, состоящие из 3–7 ланцетно-яйцевидных листочков, до 3 см длиной. Засухоустойчив, к почвам нетребователен. Светолюбив, но мирится с небольшим затенением. Зимостоек. Хорошо переносит городские условия;

Kobold – красивоцветущий кустарник высотой до 0,6–0,8 м и округлой плотной кроной диаметром до 1,3 м, цветет продолжительно с июня по сентябрь желтыми цветками, быстро нарастает в ширину. Лапчатку кустарниковую можно высаживать одиночно или группами, для подбивки групп из более высоких растений; в низких цветущих бордюрах она хорошо поддается стрижке и долго сохраняет приданную форму. Красива на альпийских горках и любых каменистых участках, в скальных садиках, в небольших композициях с другими кустарниками или травянистыми многолетниками (например, с верониками и колокольчиками), а также в сочетании с хвойными растениями – невысокими тисами, можжевельниками, туей западной. Кустарник пригоден для декорирования склонов наряду с лапчатками травянистыми. Высокий декоративный эффект создается при размещении его группами на фоне ярко-зеленого газона, а также в линейных посадках, живых изгородях, рабатках, миксбордерах.

РАЗНООБРАЗИЕ ГОРТЕНЗИЙ В ДЕКОРАТИВНОМ ПИТОМНИКЕ «КРАСНЫЙ КЛЕН» г. МИНСКА

Деятельность частного торгово-производственного унитарного предприятия «Красный клен» (г. Минск) направлена на выращивание и реализацию посадочного материала декоративных деревьев и кустарников, саженцев плодовых растений, цветочных культур, топиарных форм; озеленение и благоустройство территорий частных садов, общественных пространств г. Минска и других населенных мест; оформление интерьеров, создание флористических композиций и др. [1].

В процессе проведенных исследований установлено, что в ассортименте декоративных древесных растений питомника «Красный клен» насчитывается 8 видов гортензий (Г. древовидная, Г. крупнолистная, Г. метельчатая, Г. дуболистная, Г. пильчатая, Г. садовая, Г. шершавая, Г. черешковая) и значительное разнообразие их сортов. Наиболее богатым сортовым составом представлены Г. древовидная – 11, Г. крупнолистная – 16 и Г. метельчатая – 36 сортов.

Источником поступления посадочного материала гортензии в питомник «Красный клен» являются производители из Бельгии. В питомнике «Красный клен» осуществляется доращивание саженцев гортензии в т. ч. до крупномерных. Растения размещают на специальной площадке, выращивают по контейнерной технологии. Саженцы имеют высоту от 0,3–0,4 м см до 1–1,5 м (рисунок 1).



Рисунок – Площадка для размещения гортензий в контейнерах в декоративном питомнике «Красный клен»

При выборе сортовых гортензий необходимо учитывать не только их декоративные качества, но и эколого-биологические особенности исходных видовых растений. В культуре гортензия предпочитает кислые

почвы и полутенистые участки. Важное значение имеет зимостойкость растений. Побеги многих видов и сортов гортензии (особенно Г. садовой) обмерзают в суровые зимы. Вместе с тем Г. древовидная и ее сорта *'StrongAnnabelle'*, *'InvincibelleSpirit'* и др., Г. крупнолистная и ее сорта *'BloomStar'*, *'MagicalFourSeasons'* и др., а также Г. метельчатая и практически все ее сорта достаточно зимостойки в условиях Республики Беларусь, что позволяет с успехом выращивать их посадочный материал в питомниках и использовать эти растения на объектах озеленения.

Одной из важных особенностей, определяющих декоративность гортензий, является различное соотношение фертильных (плодущих) и стерильных цветков в соцветии [2]. С этой точки зрения оригинальны Г. метельчатая *'Pink Diamond'*, *'Wim's Red'*, Г. шершавая *'Hot Chocolate'*, *'Macrophylla'*.

По окраске цветков в ассортименте питомника «Красный клен» доминируют виды и сорта гортензии с белыми цветками. Розовая окраской цветков характерна для Г. крупнолистной *'Sibilla'*, *'Hot Red'*, *'Forever'*, *'Candy'*, *'Grafin Cosel'*. Особый интерес представляют сорта гортензий, окраска цветков которых изменяется по мере цветения. Это Г. метельчатая *'Diamond Rouge'*, *'Early Sensation/Bulk'*, *'Fraise Melba Renba'*, *'Pinky Winky'*, *'Vanille Fraise'*. При подкислении почвы растения могут изменять розовую окраску на голубую.

Высота растений и габитус куста во многом определяют возможности использования гортензий в садово-парковых композициях. Наиболее высокорослыми являются Г. метельчатая *'White Diamonds'*, *'Diamond Rouge'*, *'Vanille Fraise'*. Компактностью и низкорослостью отличаются Г. крупнолистная *'Magical Four Seasons'*, Г. метельчатая *'Confetti'*, Г. садовая *'Bluebird'*, Г. пильчатая *'Preziosa'*.

Высокорослые гортензии можно использовать для создания солидных и групповых посадок, низкорослые – подойдут также для выращивания в миксбордерах и невысоких неформованных живых изгородях. Г. черешковая и ее сорта *'Cordifolia'*, *'Take A Chance'*, *'Miranda'* могут быть рекомендованы для вертикального озеленения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rasliny.by саженцы декоративных растений / [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://rasliny.by>. – Дата доступа: 17.04.2021.

2. Гортензия в саду, виды и сорта / [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.pro-rasteniya.ru/krasivotsvetuschie-kustarniki/gortenziya-v-sadu-vidi-i-sorta-foto-gortenzii>. – Дата доступа: 16.04.2021.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАЛЫХ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

Малые озелененные городские пространства являются неотъемлемыми фрагментами среды современного города. Устройство таких объектов целесообразно для создания положительно-эмоционального, лечебно-оздоровительного и эстетически-художественного воздействия человека в условиях крупного города.

Был изучен зарубежный опыт ландшафтной организации небольших озелененных по площади территорий в городе, предназначенных для кратковременного отдыха пешеходов и декоративного оформления городских площадей.

В 2004 году над подземной парковкой и железнодорожными путями в районе Чикагского Миллениум Парка (США) был заложен Сад Лурье, площадью 1,2 га. Сад отражает особую урбанистическую историю ландшафта. Сад отличается от других объектов парка использованием разнообразных растений и натуральных материалов для создания незабываемого культурного впечатления. Для мощения и покрытия стен использовались два вида камней. Деревянные настилы и скамьи сделаны из ореха бразильского. В проекте использовались три вида металла – корабельная медь (металлические поверхности настила), строительная бронза (перила), сталь с порошковым покрытием (арматура) [1].

Активно использовались характерные для данной местности виды растительности и камни. Город расположен на болоте, чем обусловлен выбор растительности для сада: тысячелистник, иссоп, декоративный лук и чеснок, ветреница, молочай, мальва, астра, астильба, клевер, эхинацея и др. В саду Лурье насчитывается более 222 видов растений, в т.ч. 20 видов трав, 26 видов деревьев и кустарников, 34 вида луковиц и 142 вида многолетних травянистых растений [2].

Erie Street Plaza – это парк и общественное место в Милуоки (штат Висконсин, США), открытый в 2010 году. Это бывшая автостоянка, которая теперь является одним из общественных мест вдоль набережной реки Милуоки [3].

Дизайн данного пространства включает желтые скамейки из стекловолокна, которые освещаются ночью, и несколько дорожек с краями, переходящими в зелень. Первоначальные планы включали

установку обогреваемых бамбуковых растений, но из-за затрат и проблем, связанных с содержанием бамбука в климате Милуоки, вместо этого использовался тополь дрожащий. Дополнительные аспекты ландшафтной архитектуры площади включают прямое использование речной воды для орошения растений, снижение температуры поверхности из-за растительности и доступ к рыбной ловле [4].

Сад Шарлотт в Копенгагене, Дания. На площади 1,3 га для жителей микрорайона Charlotte haven был разбит небольшой городской сад, который с момента завершения строительства – 2004 год, постоянно набирает популярность у местных жителей.

Ландшафтную идею сада лучше всего наблюдать в динамике. Холодная сине-зеленая цветовая гамма – удачное решение для лета, меняются с наступлением зимы на золотистую. Рельеф, повторяющий строение дюн, указывает на историческую близость к морю. И в озеленении использованы луговые растения-аборигены: овсяница сизая, сеслерия, малина голубая.

Разнообразие и изменение пространства достигается благодаря пересечениям прогулочных дорожек, а разграничение пространств – путём применения различных по фактуре материалов. Извилистые плавные контуры дорожек и площадок смотрятся живописно и продуманно, создаётся как бы увеличение площади – за счёт прогибов дорожки, где расположили различные, по наполнению, наборы садовой мебели. Большая площадь, засаженная однородными злаками, дает ощущение природной естественности и спокойствия.

На примере зарубежного опыта ландшафтной организации малых озелененных пространств в городе можно подчеркнуть некоторые современные тенденции в проектировании, озеленении и формировании идеи-концепции: использование аборигенных видов растений; экспериментирование с планировкой объектов, строительными материалами для создания различных типов покрытий и МАФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Lurie Garden [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://gardener.ru/library/architectural_panorama/page381.php. – Дата доступа: 21.04.2021.

2. The Lurie Garden [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lurigarden.org>. – Дата доступа: 21.04.2021.

3. Erie Street Plaza [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Erie_Street_Plaza. – Дата доступа: 21.04.2021.

4. Erie Street Plaza [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://architizer.com/projects/erie-street-plaza>. – Дата доступа: 21.04.2021.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ФАСАДОВ

Приемы вертикального озеленения фасадов очень разнообразны по своему внешнему облику, техническим особенностям, срокам службы и многим другим признакам. В зависимости от применяемых технологий устройства среди способов вертикального озеленения фасадов можно выделить следующие группы:

- озеленение древесными растениями с посадкой их у здания;
- вертикальные сады;
- озеленение растениями в контейнерах и кашпо;
- другие нестандартные решения.

Для озеленения фасада древесными растениями могут использоваться разные виды лиан, а также шпалерные деревья с плоско сформированной вдоль фасада кроной. Без дополнительных опор применяются лианы, способные самостоятельно прикрепляться к плоской поверхности. К таким растениям относятся корнелазящие лианы и лианы с присосками. Необходимость в устройстве опоры на фасаде возникает при использовании вьющихся, опирающихся или лазающих лиан [1].

Деревья с искусственно сформированной плоской кроной называют шпалерными. Для выращивания на шпалере выбирают деревья на карликовых подвоях, благодаря чему они разрастаются не в высоту, а в ширину. Как будет выглядеть крона взрослого дерева, зависит от способа ее формирования [2]. Вертикальные сады различаются по принципу работы. В связи с этим выделяют несколько основных систем устройства вертикальных садов:

- войлочная система (гидропонная);
- модульная система (с использованием субстрата);
- контейнерная система (высадка в горшки) [3].

Войлочная (гидропонная) система основана на применении войлока из полиамидного волокна, в котором размещаются растения. Полив и подкормка растений происходит по принципу гидропоники. В случае применения модульной системы на фасаде устанавливаются специальные крепления для фиксации модулей с заблаговременно выбранным шагом конструкции. Растения заранее выращиваются непосредственно в модулях согласно запроектированному рисунку. В основе контейнерной системы лежит гидроизолированный каркас, на ко-

тором крепятся контейнеры. Для каждого контейнера проводится индивидуальная оросительная трубка для подачи воды и удобрений [3]. Приемы вертикального озеленения растениями в контейнерах можно классифицировать по их расположению на фасаде:

- озеленение окон;
- озеленение простенков;
- озеленение балконов, террас и лоджий.

При озеленении балкона контейнеры могут располагаться на внутренней его стороне на полу, на перилах или на внешней стороне на выступе, образуемом полом и перилами.

Кашпо и кадки могут быть закреплены на фасаде разными способами:

- на кронштейны или другие жесткие крепления;
- подвешиванием на козырек над входом, обрешетку балкона, специальные крюки и т. д.;
- без креплений (контейнеры просто ставятся на балконе или других выступающих частях фасада). Контейнеры, не требующие креплений, могут быть мобильными и стационарными.

К нестандартному решению озеленения фасада можно отнести экограффити (рисунки из живого мха).

Граффити из мха неприхотливы в уходе, способны расти на ровной поверхности, могут при необходимости корректироваться и восстанавливаться.

Также для временного декорирования фасадов могут применяться композиции из стабилизированных растений и мха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Озеленение балконов. Принципы цветочно-декоративного оформления балконов [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000038/st008.shtml>. – Дата доступа: 27.09.20.

2. Деревья на шпалерах: идеи садового дизайна [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://sad-dizain.ru/derevya-na-shpalerakh-idei-sadovogo-dizajna>. - Дата доступа: 25.04.2021.

3. Технология вертикального озеленения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ujutdom-vrn.ru/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F-%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/>. – Дата доступа: 26.09.2020.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР В ВЕРТИКАЛЬНОМ ОЗЕЛЕНЕНИИ ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДСКОГО РАЙОНА Г. МИНСКА

К числу основных преимуществ вертикального цветочно-декоративного оформления относятся достижение высокого декоративного эффекта на относительно небольшой площади, что особенно актуально в условиях плотной городской застройки; увеличение площади зеленых насаждений при сохранении размеров участка; эффективное решение вопросов декорирования неприглядных построек, сооружений, подсобных помещений; создание неповторимого индивидуального облика различных конструкций; сведение к минимуму необходимость обработки почвы при размещении декоративных растений в вертикальной плоскости [1]. Подвесные корзины и кашпо, цветочные башни и другие вертикальные элементы, созданные с участием цветочных культур, весьма популярны в современном оформлении городских территорий. Их главным украшением традиционно являются отличающиеся продолжительным и обильным цветением однолетние цветочные культуры – гибридные формы петунии (Сурфиния, Пендула), ампельные бегонии, лобелии, вербены, настурции, пеларгония плющелистная и др. [2]. Для создания элементов вертикального цветочно-декоративного оформления могут быть использованы различные варианты емкостей:

– подвесные кашпо или обычные контейнеры, которые подвешивают к стенам, столбам, беседкам или другим опорам и декорируют ампельными цветочно-декоративными растениями;

– контейнеры, формирующие пирамиду, либо многоярусные горшки, которые устанавливают на объектах озеленения и оформляют как относительно невысокими и компактными прямоходящими, так и ампельными цветочно-декоративными растениями;

– пластиковые трубы с отверстиями, которые размещают вертикально, заполняют растительным грунтом и в отверстия высаживают цветочно-декоративные растения;

– крупноячеистая металлическая сетка, свернутая в цилиндр, внутренние стенки которого застилают полиэтиленом, образовавшееся пространство заполняют растительным грунтом, в пленке делают прорезы и высаживают растения [2].

Установлено, что в УП «Зеленстрой Заводского района г. Минска» особое внимание уделяют широкому использованию элементов

вертикального цветочно-декоративного оформления. Только в мае – июне 2021 г. будет установлено 1100 ваз с ампельными цветочными культурами, в т. ч. на таких крупных объектах как пр. Партизанский (включая территорию у станции метро «Могилевская»), ул. Ташкентская (у спортивного комплекса «Чижовка-Арена») и др. [3].

В 2021 г. также запланировано создание элементов вертикального цветочно-декоративного оформления на следующих объектах Заводского района г. Минска:

– Смиловичский тракт (знак «Минск») – вертикальная конструкция из 6-ти кашпо с посадкой ампельной петунии гибридной с малиновыми и фиолетовыми цветками, декоративно-лиственной ипомеи с темно-зелеными листьями;

– ул. Нестерова – вертикальная конструкция из 2-х кашпо, декорированных ампельной петунией гибридной с цветками белой и малиновой окраски;

– ул. Селицкого – вертикальные конструкции в количестве 26 шт., оформленные декоративно-лиственной ипомеей с темно-пурпурными листьями и ампельной петунией гибридной с цветками белой и малиновой окраски;

– озелененная территория у станции метро «Могилёвская» (пр. Партизанский – ул. Машиностроителей) – 8 вертикальных конструкций, декорированных однолетними цветочными культурами [3].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что вертикальное цветочно-декоративное оформление – эффективный, относительно простой и недорогой стоящий современный прием оформления городских территорий. Актуальными направлениями его совершенствования являются:

– расширение ассортимента, используемых вьющихся и ампельных цветочных культур (бакопа, душистый горошек, фасоль, ампельные формы фуксии, мелко- и крупноцветковые плетистые розы и др.); их сортов и гибридов;

– разработка новых оригинальных конструкций для размещения элементов вертикального цветочно-декоративного оформления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вертикальное озеленение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://diz-cafe.com>. – Дата доступа: 16.04.2021.

2. Про цветы и сад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://flowergarden.pro>. – Дата доступа: 16.04.2021.

3. Зеленстрой Заводского района г. Минска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zav.minsk.gov.by>. – Дата доступа: 16.04.2021.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ BIM+LUMION В ЛАНДШАФТНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Технология BIM (Building Information Modeling) представляет собой цифровой инструмент, обычно используемый в инженерном проектировании зданий и сооружений, строительстве и управлении. Основными характеристиками технологии BIM являются визуализация, координация, моделирование, оптимизация и построение графиков, и благодаря интеграции цифровых и информационных моделей ее можно использовать в качестве основы для совместной работы проектных групп и смежных организаций, играя важную роль в повышении эффективности производства, сокращении затрат и сроков строительства. Быстрое развитие технологии BIM в строительной отрасли связано с возможностью моделирования полного «жизненного цикла» проекта на всех этапах его разработки и реализации, использования различного прикладного программного обеспечения, создания условий для информационного взаимодействия между различными группами участников. Так, информация, относящаяся к различным аспектам функционирования объекта проектирования (воздух, солнечный свет, шум, энергия и т.д.), может быть обобщена, и постоянный обмен данными делает возможным для владельца, проектировщиков, строителей и конечных пользователей получать актуальные материалы из общей информационной модели.

Ландшафтная индустрия также предполагает возможность использования технологии BIM, однако ее развитие в садовой отрасли является пока медленным, в основном из-за недостаточного спроса со стороны владельцев и строительных компаний, отсутствия единых систем анализа и оценки при планировании и проектировании, ограниченный отраслевого масштаба и ряда технических трудностей. Тем не менее, потребность в технологии BIM на этапах планирования, проектирования и строительства объектов ландшафтной архитектуры весьма актуальна. Возможности 3D-визуализации могут дать полную свободу дизайнерам в процессе ландшафтного проектирования одних из наиболее значимых пространств города – селитебных территорий, отличающихся повышенными требованиями к качеству архитектурно-ландшафтной среды. Программное обеспечение BIM поставляется с соб-

ственными моделями элементов ландшафта, такими как деревья, газоны, материалы покрытий поверхности земли и др. Кроме того, используя функцию программного обеспечения BIM для данных о местности, можно качественно моделировать исходную ситуацию, максимально приближая дизайн к реальности, объединяя его с фактическим ландшафтом и учитывая его преимущества.

Программное обеспечение ArchiCAD от Graphisoft предлагает набор решений для построения трехмерных виртуальных моделей объемных архитектурных объектов, что необходимо для всесторонней профессиональной оценки архитекторами разрабатываемых проектов. На любом этапе проектирования может быть осуществлен всесторонний внешний либо внутренний обзор объекта проектирования под различными углами, имитирован эффект пространства в перспективе.

Lumion – основная платформа для выполнения архитектурной 3D-визуализации при проектировании в реальном времени. Плагин быстр, прост и удобен в использовании, имеет собственную систему конструирования окружающей среды с полноценной имитацией естественного и искусственного освещения, может создавать различные спецэффекты в реальном времени без помощи других плагинов.

Модели, создаваемые программным обеспечением ArchiCAD, применимы к Lumion [1]. Плагин Lumion будет автоматически отображаться в меню ArchiCAD, который может быть использован для разработки архитектурных и ландшафтных дизайнов с параллельной визуализацией в программном обеспечении Lumion. Lumion обладает богатой библиотекой элементов ландшафта, также имеется дополнительная возможность загрузить собственные сценарии ландшафтного окружения, что обеспечивает пейзажное разнообразие и достоверность модели.

Программное обеспечение Lumion визуализирует модель в реальном времени, может имитировать различные сезоны (весну, лето, осень, зиму) и периоды суток (утро, ночь и др.). Изменяя условия восприятия объекта проектирования, можно всесторонне анализировать результаты проектных решений, своевременно корректируя выбор пространственных форм, растений и строительных материалов и обеспечивая индивидуализацию среды селитебных территорий. По завершении работы над дизайном Lumion может выводить видеофайлы или изображения (рендеринг) для иллюстрации проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Archi CAD in the context of the real-world. Model your design in its future environment [Электронный ресурс] / Lumion. – Режим доступа: <https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360007539434-Download-Lumion-LiveSync-for-ArchiCAD>. – Дата доступа: 02.04.2021.

ЗНАЧИМОСТЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ГОРОДЕ

Биоразнообразие имеет важное значение во многих аспектах, таких как экономика, экология, научные исследования и эстетика. Что касается городской экосистемы, то биоразнообразие является материальной основой для устойчивого и стабильного развития городской экономики и основным источником материальной жизни человека. Оно также имеет чрезвычайно большую ценность для защиты окружающей среды и природных ресурсов, таких как регулирование климата, сокращение шума и благоустройство окружающей среды. Следовательно, поддержание естественной среды для выживания видов и опора на уникальные биологические характеристики видов для развития городских биомов и систем с разнообразными видами является важным способом улучшения городской среды, формирования городских характеристик и повышения качества городской жизни.

1) Биоразнообразие – основа городских садов.

«Биоразнообразие ведет к стабильности». Это самый основной принцип экологии. Чем сложнее структура городских зеленых насаждений, тем богаче биоразнообразие и тем стабильнее биологическая система. Относительная стабильность растительных сообществ основана на биоразнообразии. Растения являются основой городских экологических садов, а экологическая система городского сада, созданная однообразными видами, неустойчива без поддержки человека. Следовательно, увеличение количества зелени на единицу площади и повышение продуктивности и экологических выгод для сообщества невозможно без разнообразия растений.

2) Это обогащение разнообразия городского ландшафта.

Каким бы красивым ни был пейзаж, слепое копирование его приводит к монотонности и усталости от него, а разнообразие ландшафта зависит от биоразнообразия. Если в городе нет красочных видов, где могут наблюдаться красочные в разное время года пейзажи, то достаточное разнообразие существующих видов растений может подчеркнуть местные особенности и историческое очарование города. Поэтому именно эти разнообразные виды растений делают городской пейзаж богатым и красочным и доставляют горожанам эстетическое удовольствие.

3) Защита растений в городах требует биоразнообразия.

Согласно экологическим принципам, чтобы обеспечить естественную стабильность, должна существовать целостная экологическая система, которая позволяет видам ограничивать друг друга, чтобы иметь стабильную биосферу, и все это связано с ролью биоразнообразия. Виды садовых растений в городе единичны, без защиты пестицидами они были бы полностью уничтожены вредителями и болезнями. Увеличение числа естественных врагов болезней и насекомых вредителей, таких, как птицы и насекомые-энтомофаги, в городах, может увеличить биоразнообразие и создать естественную и стабильную экологическую среду. Сообщество, состоящее из одного вида растений, в природе встречается крайне редко. Экологические сады требуют не только разнообразия растений, но и разнообразия животных и микроорганизмов, таких как естественные враги вредителей, таких как птицы, змеи, лягушки, насекомые и микроорганизмы. Отсутствие биологического разнообразия приведет к безудержному размножению вредителей и болезней, а также к разрушительному ущербу для декоративных растений.

В последние годы работа Китая по сохранению биоразнообразия дала замечательные результаты. Однако в некоторых городах не уделялось достаточного внимания защите биоразнообразия, а защита и использование региональных и местных видов были недостаточными; было введено большое количество интродуцентных видов трав, древесных пород и цветочных растений; городские виды деревьев были бездумно заменены и большое количество больших деревьев было пересажено, древние деревья, естественные растительные сообщества и экологические сообщества были серьезно повреждены; количество городских садов и видов растений резко сократилось. Городские реки, озера, каналы, болота и естественные водно-болотные угодья были подвергнуты интенсивному преобразованию, часто подобные территории становились площадкой для строительства. В результате в таких городах безопасность городских экосистем находится под угрозой, а в некоторых районах начала ухудшаться экологическая среда. Таким образом, биоразнообразие – это совокупность множества биологических ресурсов, от которых люди зависят для выживания и развития, и защита биоразнообразия является первоочередной задачей, стоящей перед человечеством. Согласно экологическому принципу «разнообразие видов ведет к стабильности сообщества», если городская экосистема должна развиваться стабильным и скоординированным образом, городское биоразнообразие должно только обогащаться. Биоразнообразие – это показатель совершенства городских садов, а также стандарт качества городской среды. Защита и развитие городского биоразнообразия – это фундаментальный способ улучшения городской среды.

ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ИНТЕРЬЕРОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Наряду с озеленением улиц, площадей, городов и поселков, созданием зеленых зон вокруг них в последнее время большое внимание уделяется оформлению интерьеров общественных зданий. Растения имеют сильное свойство влиять на психофизическое состояние человека, стимулировать работоспособность и улучшать самочувствие. Американскими учеными было замечено, что при наличии хотя бы нескольких растений в помещении, в котором работают люди, улучшается эмоциональная обстановка в коллективе [1], а при решении сложных конфликтных ситуаций, доля успешных исходов приходилась на кабинеты, обильно украшенные зелеными насаждениями.

В общественных зданиях флористическое оформление можно предусмотреть в интерьерах внутренних помещений различного назначения: рекреаций, холлов, вестибюлей, коридоров, лестничных площадок и др. С этой целью используются либо одиночные растения, либо их группы. Для того чтобы создаваемые композиции сохраняли свою декоративность, а растения выполняли санитарно-гигиенические и эстетические функции, необходимо тщательно подбирать ассортимент растений.

При подборе ассортимента растений необходимо учитывать функциональное назначение помещения, его освещенность, температуру и влажность воздуха, его загрязненность вредными веществами, возможность организации ухода за цветочно-декоративными композициями. В большинстве общественных зданий следует отдавать предпочтение неприхотливым видам, например, хлорофитуму, абутилому, аспарагусу, пеларгонии, кактусам и др.

Важнейшее значение для развития растений имеют экологические условия, которые формируются в помещениях. В хорошо освещаемых помещениях, либо в их частях, следует размещать светолюбивые растения (гастера, молочай, большинство кактусов, розы, алоэ, гиппеаструм, фикусы, гибискус и др.), в то время как в интерьерах с недостатком солнечных лучей – теневыносливые и тенелюбивые (араукария, филодендрон, антуриум, фатсия, сансевиерия, алоказия, плющ и различные виды папоротников). Для хорошо прогреваемых помещений или окон южной ориентации необходимо подбирать теплолюбивые виды (агава, амариллис, драцена, традесканция, папоротники). Если же

наблюдается недостаток тепла, предпочтение следует отдавать холодо-стойким растениям (пеларгония, гортензия, гибискус, фуксия, цикламен). Большинство помещений общественного назначения характеризуются недостаточной увлажненностью воздуха, что обуславливает необходимость использования дополнительных способов повышения влажности, особенно, если для озеленения используются влаголюбивые растения (например, кодиеум, бегония, диффенбахия, циперус, гипоэстес, антуриум, алоказия, фиттония). Кроме того при подборе ассортимента растений крайне важно учитывать характеристику помещения: они должны подходить для этого помещения по масштабу, структуре, силуэту, рисунку, цвету и окраске листьев. Крупные растения лучше размещать в просторном интерьере, где больше света и лучше циркуляция воздуха. Маленькие горшочки с невысокими растениями, напротив, уместнее будут смотреться на узких подоконниках и в небольших помещениях. Для интерьеров общественных зданий рекомендуется использовать крупные растения с большими листьями (монстера, арум, аралию, филодендрон, папоротники, пальмы, драцену, панданус, каладиум, фикус, кордилину, агаву, сансевиерию), дополняя видами меньшего размера (аспидистра, молодые аглономы, пилеи, хлорофитум, кислицы, бегонии, плющи и др.). Кашпо, контейнеры, в которых выращивают их, по форме, размеру, цвету, материалу должны гармонировать с архитектурой данного помещения [2]. Важно учитывать стиль интерьера и мебели. Например, растения отчетливых форм, такие как драцена, монстера привлекательная и гусмания, подойдут к прямым и элегантно изогнутым формам мебели из стали, стекла, мрамора и лакированного дерева. По стилистике орхидеи, жасмин и бромелии, больше подходят к мебели из ротанга и бамбука, к маленьким шкафчикам, плетеным полкам и низким столикам. Интерьер в японском стиле можно подчеркнуть, добавив азалии, растения культуры бонсай и бамбук. Таким образом, основные принципы подбора ассортимента растений для озеленения интерьеров общественных зданий: соответствие экологических условий помещения потребностям растений; неприхотливость и легкость в уходе; масштабность растений и помещения; соответствие цвета и формы растений архитектуре интерьера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыбуля, Н. В. Фитонцидные растения в интерьере: оздоровление воздуха с помощью растений / Н. В. Цыбуля, Т. Д. Фершалова. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 2000. – 112 с.
2. Приемы декоративного оформления интерьеров [Электронный ресурс] / Информационная система Меганорм. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293802/4293802032.htm>. – Дата доступа: 29.04.2021.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ ФОРМЫ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В КОНТЕЙНЕРНОЙ КУЛЬТУРЕ

Можжевельники вызывают большой интерес у профессионалов в области ландшафтной индустрии и садоводов-любителей, т. к. отличаются богатством форм кроны, широкой палитрой оттенков хвои, устойчивостью и неприхотливостью, различной скоростью роста, способностью выделять фитонциды и др.

Выращивание хвойных растений в контейнерах – современная и перспективная технология. Ограниченный контейнером объем почвы, в котором развиваются корни, позволяет получить компактную корневую систему и пересадить саженец с сохранением земляного кома в период с весны до осени [1].

Одним из популярных способов использования можжевельников на объектах ландшафтного строительства является контейнерное озеленение, которое позволяет создать оригинальные и декоративные композиции, не прибегая к посадке растений в открытый грунт. Такой вариант можно использовать в стесненных городских условиях, а также для событийного украшения территории.

К числу испытанных в Государственном научном учреждении «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» и перспективных для выращивания в контейнерной культуре декоративных форм можжевельников относятся М. китайский ‘*Blue Alps*’, ‘*Kuriwao Gold*’; М. средний ‘*Mint Julep*’; М. горизонтальный ‘*Douglasii*’, ‘*Golden Carpet*’; М. обыкновенный ‘*Suecica Nana*’; М. чешуйчатый ‘*Blue Star*’ и др. Большой вклад в разработку вопросов контейнерного выращивания можжевельников в условиях Беларуси внес д.б.н. Торчик В.И. [2, 3].

По величине ежегодного прироста можжевельники объединяют в 4 группы:

1) Полнорослые (высокие кустарники и деревья, прирост которых составляет более 30 см в год, размер в 10 лет – более 2 м). К ним относят большинство декоративных форм М. китайского (‘*Blue Alps*’, ‘*Stricta*’, ‘*Mint Julep*’, ‘*Kuriwao Gold*’, ‘*Spartan*’, ‘*Ketelerii*’ и др.); М. чешуйчатый ‘*Meurercompacta*’;

2) Среднерослые и полукарликовые (кустистые, прирост – 15–30 см в год). Представителями являются М. обыкновенный ‘*Columnaris*’, ‘*Repanda*’; М. казацкий ‘*Mas*’; М. чешуйчатый

'*DreamGoy*'; М. китайский '*Globosa*', '*Old Gold*', '*Pfitzeriana*'; М. скальный '*Blue Arrow*', '*Globe*', '*Moonglow*', '*Skyrocket*';

3) Карликовые (*dwarf*), прирост – 8–15 см в год. К ним относят М. обыкновенный '*Hornibrooki*'; М. казацкий '*Arcaida*', '*Buffalo*', '*Cupressifolia*', '*Rockery Gem*'; М. горизонтальный '*Alpina*' '*Andorra compact*'; М. лежачий '*Bonis Isles*'; М. скальный '*Silver King*';

4) Миниатюрные (*mini*), стелющиеся, прирост – 3–8 см в год. Представителями являются М. обыкновенный '*Gold beach*', '*Repanda*'; М. горизонтальный '*Adpressa*', '*Glenmore*', '*Petraea*'.

Можжевельники весьма разнообразны по форме кроны и окраске хвои:

– форма кроны прямая, средней мощности, широкая до кеглевидной, хвоя от голубовато-зеленой до серой – М. китайский '*Ames*', '*Jowa*', '*Maney*', '*Obelisk*'; зеленая – М. китайский '*Keterelii*'; желтая – М. китайский '*Aurea*';

– форма узкокеглевидная до коллоновидной, хвоя от голубовато-зеленой до серой – М. китайский '*Columnaris*', '*Columnarisglauca*', '*Mountbatten*'; зеленая – М. китайский '*Fairview*', '*Keteierii*', '*Neaborensis*'; серо-голубая – М. виргинский '*Burkii*'; желтая – М. виргинский '*Elegantissima*'; желто-зеленая – М. виргинский '*Schottii*'; голубовато-зеленая – М. виргинский '*Manhattanblue*', '*Hillii*';

– форма раскидистая без отчетливо выраженного центрального побега, хвоя голубовато-зеленая – М. китайский '*Bluemountain*', '*Hill'sblue*', '*Mathot*', '*Pfitzerianaglauca*', '*Hetzii*'; зеленая – М. китайский '*Kosteriana*', '*MintJulep*', '*Armstrongii*', '*Pfitzerianacomacta*'; желтая – М. китайский '*Pfitzerianaaurea*', '*Goldcoast*', '*Oldgold*';

– круглая форма – М. китайский '*Echiniformis*';

– висячие – М. обыкновенный '*Oblongapendula*', '*Pendula*', '*Horstmann*'.

Контейнерная технология выращивания саженцев в питомниках перспективна для всех декоративных форм можжевельников, в то время как для контейнерного озеленения в наибольшей степени перспективны среднерослые и полукарликовые, а также карликовые формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выращивание качественных саженцев деревьев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pitomnik1.ru> – Дата доступа 19.04.2021.

2. Торчик В.И. Контейнерное озеленение: научные основы использования древесных растений. Минск: Беларуская навука, 2009. – 160 с.

3. Торчик В.И., Антонюк Е.Д. Декоративные садовые формы хвойных растений. Минск : Эдит ВВ, 2007. – 152 с.

ПРИЕМЫ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВА ВНУТРИ ГОРОДСКОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ

На примере нескольких общественных пространств, расположенных в жилой городской застройке будут рассмотрены приемы индивидуализации внутри городской жилой застройки.

Проект общественного пространства внутри жилых домов в Katzenbach. Центральная площадь представляет собой игровое и общественно-деловое пространство с остекленным садовым павильоном. На площади наиболее ярко прослеживается идея игры света и тени посредством растительности. Благодаря близкому размещению жилых зданий создается особое приватное пространство. Форма дорожек и площадок имитирует игру света и тени, как формой, так и цветом используемого материала. Это придает территории интерактивности, побуждает посетителей к прогулке (рисунок 1) [1].



**Рисунок 1 – Проект общественного пространства внутри
жилых домов в Katzenbach, Zurich, Switzerland**

Сад внутри жилой застройки микрорайона Charlottelhaven в Копенгагене, Дания. Концепция парка лучше всего просматривается в сезонной динамике ландшафта. Летом преобладает холодная сине-зеленая цветовая гамма, осенью – гамма сменяется на золотистую. Дизайн пространства построен на нюансах. Это позволяет визуально расширить пространство. Рельеф и повторяющие его дюны дают отсылку к исторической близости к морю. Изменение пейзажных картин и контуры посадок поддерживают извилистые формы дорожек. По форме они напоминают морские дюны (рисунок 2) [2].



Рисунок 2 – Сад внутри жилой застройки микрорайоне Charlottelhaven в Копенгагене, Дания

Общественный сад в группе жилых домов в районе Западное Сакраменто в Калифорнии, США. На концепцию пространства вдохновили рельеф предгорий Сьерра и геометрия видеоигры Tempest. Территория разделена на сетку с одинаковым размером ячеек в два фута, которая ориентирована с востока на запад. Растительные и бетонные формы расположены по сетке хаотично со смещением. В склоны вписаны подпорные стенки в виде разобранного конструктора, то и дело врезаюсь и выпирая из склона. Таким образом, происходит постепенное размывание и смягчение границы между растительностью и подпорными стенками. Они многофункциональны, могут служить местом для сидения или задействоваться детьми как элементы игры (рисунок 3).



Рисунок 3 – Общественный сад в группе жилых домов в районе Западное Сакраменто в Калифорнии, США

В проекте предусмотрели озелененные общественные пространства, дождевые сады, приподнятые луга, художественную инсталляцию и общественные площадки [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. CentralPlaza: CooperativeHousingKatzenbach[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://landezine.com/index.php/2014/03/robin-winogrand-landscape-architects/>. – Дата доступа: 19.04.2021.
2. CharlotteGarden[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://landezine.com/index.php/2010/08/charlotte-garden/>. – Дата доступа: 19.04.2021.
3. Rivermark[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://landezine.com/index.php/2017/11/rivermark-by-fletcher-studio/>. – Дата доступа: 19.04.2021.

ОПЫТ ЗАРУБЕЖНОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАЛЫХ САДОВ В ГОРОДСКОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ

При освоении новых территорий под застройку перед градостроителями возникает задача сохранения наиболее ценных существующих зеленых массивов, преобразования их для целей отдыха жителей и обеспечения долговечности насаждений в новых условиях использования.

Не случайно в последнее время наблюдается разнообразие форм интеграции природы в городскую застройку. Территориальная миниатюризация городских ландшафтов ведет к увеличению роли и места озеленения в городской среде, за счет формирования «микрорландшафта».

В составе городской жилой застройки возникают так называемые малые сады.

В новых социально-экономических условиях конца 20 – начала 21 веков в градостроительном проектировании возникла острая необходимость комплексного подхода к проектированию малых садов как фрагментов среды современного города.

Устройство этих объектов целесообразно для создания положительно-эмоционального, лечебно-оздоровительного и эстетико-художественного воздействия на человека в условиях крупного города.

Малый сад – это озелененная территория (от 2 до 10 га) в зоне застройки, предназначенная для отдыха населения и транзитного движения, с возможностью насыщения зрелищными, спортивными, парковыми сооружениями [1].

Для выявления наиболее характерных приемов при создании малых садов был проведен сравнительный анализ их ландшафтной организации за рубежом и в г. Минске.

Анализ зарубежного опыта включает в себя анализ таких дворовых пространств как Bredäng Park, Швеция; Mittparken, Стокгольм; Fortune Garden, Китай и Activity Landscape Kastrup, Дания.

Для анализа белорусского опыта в создании малых садов на жилых территориях г. Минска были взяты кварталы Новой боровой, жилой комплекс «Маяк Минска» и миниполис «Каскад».

Таким образом, на примерах зарубежного и отечественного

опыта ландшафтной организации малых садов, можно сделать следующие выводы.

Анализ зарубежного опыта показал, что:

1. активно используются неприхотливые многолетние травянистые растения;
2. применяется разнообразное мощение и материалы как способ интуитивной навигации, разграничения пространств и создания уникального образа территории;
3. территория малого сада используется полностью, для создания наиболее выразительного ландшафта;
4. применение различных вариантов освещения, в зависимости от назначения;
5. общественные пространства малых садов в жилых образованиях обеспечиваются различными павильонами, навесами и беседками, сочетающими различные функциональные назначения;
6. стремление к созданию пространства, где жители соседних домов могут свободно общаться, объединяясь в группы по интересам;
7. задействование местных жителей в работе по благоустройству территории.

Отечественный опыт показал следующее:

1. современные методы ландшафтной организации жилых пространств используются только в новостройках, жилые кварталы более ранних лет не имеют четко выраженной тематики и стиля, у многих отсутствует продуманная планировка;
 2. озеленение не всегда продуманное и качественное;
 3. места отдыха часто плохо продуманы, детские и спортивные площадки однотипны;
- Однако, появление новых, современных жилых комплексов способствует оптимизации жилой городской среды, а именно:
4. оживлению жилого пространства;
 5. применению различных современных материалов и конструкций, малых архитектурных форм;
 6. созданию уникального дворового пространства.

Таким образом, можно сделать общий вывод о том, что малый сад на современном этапе продолжает эволюционировать, влияет на поведение людей в городской среде, получает новые средства и приемы решения, новые художественные образы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приходько П.И. Ландшафтная композиция малого сада. Киев, «Будивельник», 1996. 84 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА

Фитодизайн – актуальное и современное направление в оформлении интерьеров. Фитодизайн с использованием стабилизированных растений чаще всего используют для оформления торговых и бизнес-центров, банков, офисных помещений; выставочных и концертных организации; структур гостиничного хозяйства, пансионатов, санаториев, баз и лагеря отдыха; заведений в сфере красоты и ухода за телом, медицинских центров, кабинетов эстетической медицины, частных домов и квартир.

Стабилизированные растения в коммерческом интерьере создают более благоприятную и комфортную атмосферу, снимают стресс, вызывают приятные ассоциации, мотивируя посетителей обращаться к услугам компании снова. Декорирование общественного пространства стабилизированными растениями – это демонстрация стабильности и весомости компании. Элегантность и ухоженность, деловой стиль – факторы, влияющие на принятие решения потенциальными клиентами и возможными партнерами о сотрудничестве.

Растительный фитодизайн зависит не от моды, а от характеристик пространства: какая влажность в помещении, есть ли отопление и какого типа, кондиционеры, вентиляция, свет. Внедрение стабилизированных растений решает проблемы зеленого царства, избавляя от необходимости изнуряющего ухода. Вечные растения не нуждаются в таких процедурах по уходу как ежедневный дозированный полив; обрезка, удобрение, рыхление; защита от вредителей и болезней (химия); борьба с аллергическими факторами; режим освещения и др. Эта технология появилась в 70-х годах XX века. Во Франции супруги Ламбре, после долгих опытов, разработали формулу глицеринового состава, заменяющего натуральный сок в растениях при стабилизации. Внешне и на ощупь зелень остается живой и натуральной. Изделия сохранили все преимущества живых растений, но избавились от недостатков их содержания. Особенности ухода за «вечными» растениями – это минимум ухода, такое озеленение еще называют «растения для ленивых». Важно соблюдать несколько правил: периодически убирать пыль с листьев и веток кисточкой или холодным обдувом из фена; не выставлять на прямой солнечный свет; беречь от воды и перепада температур, в таком случае растения

остаются живыми до 5–10 лет.

Первым «глицириновым» растением были Кладония оленья (*Cladonia rangiferina*) и Кладония альпийская (*Cladonia alpestris*) «северный мох». Использование этих стабилизированных растений и сегодня популярно в вертикальном озеленении: фитостены, панно, картины и панели. Ими декорируют помещения, зонировуют пространство, используют для атмосферного моделирования.

В дизайне интерьера в минималистическом стиле стабилизированные растения выглядят элегантно и естественно. Использование листьев, цветов и соцветий, веток создает эффект присутствия в живом пространстве. В зависимости от проекта, мхи и лишайники выступают материалом для покрытия стены, либо фоном композиций из цветов, листьев и веток. Возможно как сплошное покрытие стены, так и точечное озеленение, вертикальные вставки, конструкции для зонирования пространства, для создания фитостен часто используют стабилизированный мох кочками. Он просто монтируется, не уменьшает площадь помещения и легко обслуживается. Кочкообразные элементы окрашиваются в соответствии с проектом, и неповторимый шедевр готов.

Фитостена эффектно обыгрывает интерьер и вызовет живой интерес у зрителя. В помещениях моделируются элементы природного ландшафта: северного леса; тундры; болота; леса средней полосы; степей; скалистых гор; пустыни; сада или парка. Один из трендов в фитодизайне – это вертикальное зонирование пространства. Инсталляции на потолке или стенах, используют стабилизированный плющ, традесканцию, мох, драцену.

Цветовая гамма растений позволяет создать различные дизайнерские решения. Живой уголок из растений можно сделать на маленьком столике на колесиках или стеллаже. Его плюс в том, что он может с легкостью перемещаться в пространстве.

Стабилизированные растения – это возможность: обновить интерьер благодаря разнообразию фактур и оттенков листы и стеблей, создать уникальный дизайн за счет сложных композиций и экзотических культур, идти в ногу со временем, расставить акценты, придать пространству света и тепла, зонировать большую площадь, выделив в ней место для отдыха. Это и делает подобные решения уникальными.

Вертикальный способ использования стабилизированных растений необязательно должен покрывать всю поверхность, от потолка до пола, дизайнеры рекомендуют также использовать такое озеленение в рамке.

Природную «живопись» можно подобрать подходящего размера, чтобы она выполняла свои эстетические и дизайнерские функции.

СПОСОБЫ СТАБИЛИЗАЦИИ РАСТЕНИЙ

Стабилизированные растения – это живые растения, которые «законсервированы» по технологии, предусматривающей замену природного сока специальным глицериновым составом. Благодаря этому растение остаётся гибким, крепким, имеет свежий вид и естественную окраску и практически не отличается от живого аналога [1].

Стабилизированные растения в последнее время стали прекрасным украшением для общественных и жилых помещений. Стабилизированные цветы способны годами сохранять свои свойства при этом радовать красивым цветением. Стабилизация свежих цветов в наши дни развивается и приобретает промышленные масштабы. Несмотря на возможность купить промышленно стабилизированные растения, есть способы самостоятельного их изготовления. Способы стабилизации подразделяют в зависимости от консервирующего раствора. Обычно, это растворы на основе глицерина, но есть и другие варианты: парафин, воск, солевые растворы.

Стабилизация с помощью глицерина: смешать глицерин и теплую воду залить жидкостью растение и оставьте в затененном месте на несколько дней. Поскольку мох обесцвечивается, то для получения насыщенного оттенка следует добавить пищевой краситель; растение просушивается так, чтобы на него не попадали прямые солнечные лучи. Влажность воздуха в помещении должна быть более 40%.
Минусы:

1. Время. Если стабилизировать мхи и лишайники, то этот процесс может занять около двух недель, но на процесс стабилизации более сложных растений может уйти месяц.

2. Глицерин – питательная среда для бактерий, по этому емкости нужно чистить и менять раствор

3. Глицерин – горюч, при 150°C возможна вспышка, а при 260°C – самовоспламенение.

Стабилизации с помощью глицерина с добавлением спирта и ацетона: порядок стабилизации такой же, как и у обычного глицерина, но в раствор добавляют еще и ацетон со спиртом, в соотношении 2:1:1. Такой состав сокращает время стабилизации до 6 – 10 дней. Из минусов: стоимость раствора сильно увеличивается; способ менее экологичный.

Парафин или воск. С их помощью стабилизируют в основном бутоны или растения с полым стеблем, необходимо заполнить полости раствором. Если брать парафин, то лучше всего взять шприц без иглы, который заполнен расплавленным парафином, и «накачать» растение. Воскирование с полным погружением в растопленный воск. Такой способ менее красивый, зато очень простой.

Минерально-солевой. Такой вид стабилизации довольно сложен в изготовлении, используется в основном на производствах. Срок службы у такого мха или лишайника до 12 лет (в то время как у глицерина – около 7 лет). По сравнению с глицериновым раствором, минерально-солевой тверже на ощупь, а при его окрашивании получаются более приглушенные оттенки. Такие растения не горят, а только тлеют.

Технология бальзамирования представляет собой процесс, в ходе которого природный сок заменяют на определенный раствор. В таком состоянии мох может существовать долгое время, для жизнедеятельности ему не требуется особый климат или уход. Солевая и глицериновая стабилизация мха дает различные свойства. Если соки растений заменяют на солевые растворы, то они будут служить индикатором влажности в помещении, и могут подсохнуть, если влажность будет менее, чем 40%. При стабилизации влажности в доме, растение становится снова мягким и эластичным. Глицериновая стабилизация мха позволяет сохранить его природную красоту при изменении влажности.

Процесс стабилизации в домашних условиях и на производстве существенно технологически отличается. Высококачественная и долговечная продукция получается из отборного и экологически чистого мха, собранного на специально выращенных плантациях. Растения имеют сертификаты качества, которые соответствуют европейскому стандарту. Производитель гарантирует срок эксплуатации растений и изготовленных из них композиций.

Предлагаем использовать шкалу для измерения декоративных качеств стабилизированного растения с градацией от 1 до 5, где 1 – это наиболее сохранившийся материал, а 5 – это материал, не обладающий декоративными качествами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинова, А.А. Анализ технологий стабилизации свежих цветов/ А.А. Константинова // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 3.; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=19648> (дата доступа: 20.04.2021).

Науч. рук.: доц. О.П. Евсеева (кафедра ландшафтного проектирования
и садово-паркового строительства, БГТУ);
доц. О.Я. Толкач (кафедра органической химии, БГТУ)

СТАБИЛИЗАЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТДЕЛА ЛИШАЙНИКИ И МОХООБРАЗНЫЕ В РАСТВОРЕ ГЛИЦЕРИНА

Цель стабилизации отдельных представителей отдела лишайники и мохообразные: определить показатели состояния материала после его стабилизации. Ход работы: определить показатели исходного состояния материала для закладки; заготовка и подготовка материала; взвешивание исходной порции материала; расчет концентрации раствора для стабилизации; подготовка раствора необходимой концентрации; стабилизация материала; установка в сухой шкаф со средней температурой окружающей среды; извлечение из раствора и досушивание до полного восстановления. Исходные состояния материала: влажный и упругий Плеурозиум Шебери, Кладония олень, Сфагнум; сухой был Дикранум многоножковый. Заготовка и подготовка материала. Взвешивание исходной порции материала. Собранные в лесу мхи Плеурозиум Шебери, Дикранум многоножковый, Сфагнум и лишайник Кладония оленья. Перед закладкой мха и лишайника в мерные стаканы, мы удалили из них мусор и взвесили на весах. Для проведения опыта понадобятся: мерные цилиндры (для измерения объема раствора), технические весы (для измерения массы материала), мерные стаканы (для замешивания раствора и хранения материала).

Расчет концентрации раствора для стабилизации. Подготовка раствора необходимой концентрации. Далее замачиваем их в растворе глицерина и воды в разных пропорциях (1:1, 1:2, 2:1) по массе. Заливаем раствором глицерина и воды в пропорции 1:1 (0,62% глицерина, 0,38% воды), 1:2 (0,38% глицерина, 0,62% воды), 2:1 (0,82% глицерина, 0,18% воды). Накрываем крышкой, ставим в темное место на стабилизацию на период 2 недели. По окончании 5 минут, мох и лишайник вынимаем, просушиваем и измеряем его массу и объем раствора, это же действие повторяется через 8 суток. После того как мхи в растворе с концентрацией 1:2 остались в глицерине на 2 недели, растворе образовалась плесень. Но после сушки на мхах плесень была не заметна. Так же обнаруживается в этих образцах наличие запаха травы. В остальных растворах 1:1, 2:1 это не наблюдалось. Кладония оленья после растворов осталась такой же без изменений цвета, только лишайник в растворе 2:1 был мягким и немного подсохшим. Делаем вывод, что Сфагнум не подходит для использования в декоре, по

причине того, что в растворе с концентрацией 2:1 он стал коричневым, а в 1:1 пожелтел, но верх остался зелёным. Но в растворе 1:2 он был зеленоватый и не отличался от начального. Плеурозиум Шребери в растворе 1:1 пожелтел. В растворе 2:1 не наблюдалось изменений, но 1:2 он был зелёным. Дикранум многоножковый в растворе глицерина 1:1 цвет зелёный частями стал ярко-зелёным. В 1:2 цвет мха немного желтоватый. В 2:1 менее зелёный, чем в растворе 1:1.

Таблица 1 – Результаты стабилизации отдельных представителей отдела лишайники и мохообразные

Виды	Пропорция (по массе)	Масса		Объём раствора	
		до замачивания	после замачивания	до	после
Кладония оленья	1:1	1,90	2,63	80	56
	1:2	2	2,77	90	61
	2:1	0,5	2,34	76	60
Плеурозиум Шребера	1:1	2	2,04	80	58
	1:2	2	1,47	90	68
	2:1	2	2,65	76	59
Дикранум многоножковый	1:1	1	3,42	80	53
	1:2	1	3,84	90	54
	2:1	1	6,85	76	60
Сфагнум	1:1	2	3,25	80	61
	1:2	3,50	5,68	90	64
	2:1	3,50	7,88	76	61

При измерении масс и объемов раствора мы наблюдаем уменьшение их, по причине испарения воды. При окончании стабилизации изменяются декоративные качества материала для дальнейшего его использования в фотодизайне. Для определения изменения материала мы придумали шкалу от 1 до 5, где 1 – это наиболее сохранившийся материал, а 5 – это материал, не обладающий декоративными свойствами.

Кладония оленья во всех растворах не изменилась; Плеурозиум Шребери был немного суховат в 1:1 2:1; Дикранум многоножковый был разной степени очень влажный; Сфагнум потерял цвет, форму.

Как можно отметить, что лучше использовать Кладонию оленью и Плеурозиум Шребери, так как они почти не изменились после стабилизации и не потеряли упругость.

**РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ
БОСТЫНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА
ГЛХУ «ЛУНИНЕЦКИЙ 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 «Лунинецкий лесхоз» Брестского ГПЛХО расположено в восточной части Брестской области на территории Лунинецкого и Житковичского районов. Общая площадь лесхоза составляет 145,4 тыс. га, из нее покрытые лесом земли – 117,7 тыс. га или 80,1% [1]. Согласно геоботаническому районированию леса лесхоза относятся к подзоне широколиственно-сосновых лесов. Формационная структура лесов представлена преобладанием мягколиственных (48,9%) и хвойных (41,1%) и насаждений. Значительная часть территории (7,3%) занята твердолиственными насаждениями. Преобладающей хвойной породой является сосна обыкновенная на долю которой приходится 39,2% 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 45,8 га и выбираемым запасом 1 073,3 м³.

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 ³	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м ³
Осветление	58,3	84	4,1	14,2	19,1
Прочистка	39,0	684	7,5	5,2	91,2
Прореживание	93,7	3 113	6,9	13,6	451,1
Проходная рубка	157,2	6 296	12,3	12,8	511,9
Итого	348,2	10 850	–	45,8	1 073,3

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 распространенных (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	Stihl MS 361 + МПТ 461.1
Годовой объем рубок ухода, га	13,7	12,7	
Себестоимость проведения рубок ухода на 1 га, руб.:	1 273,57	670,49	666,38
– на 1 м ³ .	42,88	26,09	25,93
Трудозатраты на 1 га, чел.-дн.	11,64	5,71	1,01
Доход от реализации древесины на 1 га, руб.:	694,3	815,2	
– на 1 м ³ ;	23,38	31,72	
Окупаемость затрат	0,55	1,21	1,23

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент окупаемости на прореживании на базе однооперационных лесных машин составит 0,55, для проходной рубки на базе однооперационных лесных машин – 1,21, многооперационных – 1,23. 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 «Лунинецкий лесхоз» на 2011–2020 гг. – Т1. – Пояснительная записка. – Гомель: Белгослес, 2010. – 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.Ю. Дубровник
 Науч. рук.: доц. А.И. Блинцов; ассист. В.С. Смурага
 (кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

РОЛЬ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА В ФОРМИРОВАНИИ ТЕКУЩЕГО И ОБЩЕГО ОТПАДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЛИДСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

При проведении рекогносцировочного обследования сосняков Лидского лесничества получены данные распределения их по классам биологической устойчивости (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение обследованных сосновых насаждений по классам биологической устойчивости

Класс биологической устойчивости	Площадь	
	га	%
I	660,2	78,5
II	175,2	20,9
III	4,8	0,6
Всего	840,2	100,0

В насаждениях второго и третьего классов биологической устойчивости было заложено 6 пробных площадей для определения состояния обследованных насаждений, поврежденных стволовыми вредителями. На всех пробных площадях отмечен вершинный короед *Ipsacuminatus* Eich., повреждающий сосновые насаждения. Объемы текущего и общего отпада характеризуют санитарное состояние насаждений. Оценка состояния сосновых насаждений на наших пробных площадях в очагах вершинного короеда приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка состояния сосновых насаждений на пробных площадях

Номер пробной площади	Тип леса	Возраст, лет	Отпад, деревьев./%			
			текущий		общий	
			не заселенные	заселенные	всего	в т. ч. заселенных
1	С. кис.	73	8/5,5	51/34,9	59/40,4	51/34,9
2	С. кис.	88	3/2,0	47/31,5	117/78,5	114/76,5
3	С. кис.	83	2/2,6	9/11,8	16/21,1	14/18,4
4	С. ор.	68	12/2,8	210/49,6	256/60,5	244/57,7
5	С. ор.	43	10/2,9	149/43,8	218/64,1	208/61,2
6	С. ор.	73	6/1,4	128/29,7	166/38,5	160/37,1

В таблице 3 приведены популяционные показатели вершинного короеда – плотность поселения, продукция и энергия размножения для модельного дерева на каждой пробной площади.

Таблица 3 – Популяционные показатели вершинного короеда

Модель	Плотность		Продукция		Энергия размножения	
	экз./дм ²	оценка	экз./дм ²	оценка	абсолютная	оценка
1	3,4	средняя	6,8	средняя	2,0	средняя
2	6,3	высокая	10,9	высокая	1,7	средняя
3	2,5	низкая	5,9	низкая	2,4	средняя
4	5,3	средняя	9,2	высокая	1,7	средняя
5	5,8	средняя	9,7	высокая	1,7	средняя
6	3,9	средняя	7,2	средняя	1,8	средняя

По данным таблицы 3 можно сказать, что численность жуков родительского поколения вершинного короеда колеблется от 2,5 до 6,3 экз./дм² поверхности коры заселенного дерева, а число отродившихся жуков молодого поколения составляет от 5,9 до 10,9 экз./дм². По используемой в лесозащите оценке эти показатели относятся в основном к средним и высоким, что делает необходимым не только продолжение лесопатологического мониторинга, но и проведение санитарно-оздоровительных мероприятий.

Анализируя данные приведенные в таблицах 2 и 3 необходимо отметить, что вершинный короед служит основной причиной формирования значительных объемов патологического текущего отпада. На 4 и 5 пробных площадях заселенный текущий отпад, т. е. отпад этого года, составляет соответственно 49,6% и 43, 8%. На этих же пробных площадях продукция вершинного короеда самая высокая, соответственно 9,2 и 9,7 экз./дм². Таким образом, на этих, а так же и на других пробных площадях, вершинный короед служит основным фактором формирования текущего, а следовательно и общего отпадов. Наличие на пробных площадях еще незаселенного текущего отпада дает кормовую базу для вершинного короеда и для других стволовых вредителей.

Нами составлена база данных сосновых насаждений Лидского лесничества требующих проведения санитарно-оздоровительных мероприятий: выборочных и сплошных санитарных рубок, уборки захламленности. Нами запроектированы проведение выборочных санитарных рубок на площади 101, 5 га с общим объемом 813 м³, сплошных санитарных рубок на площади 4,8 га с объемом 1351 м³, очистка леса от захламленности на площади 69,4 га с объемом 184 м³.

Студ. Н.Ю. Дубровник
 Науч. рук. ассистент В.С. Смурага, доц. А.И. Блинцов
 (кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВЕРШИННОГО КОРРОДА В СОСНЯКАХ РАЗНЫХ ТИПОВ ЛЕСА И ВОЗРАСТА

Наши исследования проводились в сосновых насаждениях Лидского лесничества в очагах вершинного короеда (*Ipsacuminatus*Eich.), вызывающего ослабление и усыхание деревьев сосны. Нами проведено обследование 840, 2 га сосняков разных типов леса и возраста. Дана оценка состояния насаждений по 3 классам биологической устойчивости. Установлено, что основным фактором вызывающим нарушение и потерю устойчивости является формирование и развитие очагов вершинного короеда. Нами проведены исследования по оценке популяционных показателей вершинного короеда в насаждениях сосны разных типов леса и возрастов на модельных деревьях, взятых на 6 пробных площадях (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Развитие вершинного короеда в сосняках орляковых разного возраста

Мо- дель	Воз- раст	Тип леса	Плотность		Продукция		Энергия размножения	
			шт./ дм ²	оценка	шт./ дм ²	оценка	абсолют- ная	оценка
4	68	С. ор.	5,3	средняя	9,2	высокая	1,7	средняя
5	43	С. ор.	5,8	средняя	9,7	высокая	1,7	средняя
6	73	С. ор.	3,9	средняя	7,1	средняя	1,8	средняя

Таблица 2 – Развитие вершинного короеда в сосняках разных типов леса

Мо- дель	Воз- раст	Тип леса	Плотность		Продукция		Энергия размножения	
			шт./ дм ²	оценка	шт./ дм ²	оценка	абсо- лютная	оценка
1	73	С. кис.	3,4	средняя	6,8	средняя	2,0	средняя
6	73	С. ор.	3,9	средняя	7,1	средняя	1,8	средняя

Анализ данных таблиц показывает, что вершинный короед имеет более высокие показатели численности в сосняках орляковых с возрастом 40–60 лет. Полученные данные можно использовать при организации надзора за вершинным короедом.

Студ. Д.Е. Чурюмов, студ., И.В. Голубёнков

Науч. рук. доц. П.Г. Мельник

(кафедра лесоводства, экологии и защиты леса, МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ДИНАМИКА РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИВАНО-ФРАНКОВСКОГО ЭКОТИПА ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ В УСЛОВИЯХ МОСКВОРЕЦКО-ОКСКОЙ РАВНИНЫ

Лиственница широко используется лесоводами Республики Беларусь при лесовосстановлении [1]. В лесных культурах она характеризуется быстрым ростом, высокой продуктивностью, а также имеет качественную древесину [2].

Обоснованному выбору перспективных экотипов может быть полезен опыт интродукции лиственницы европейской в Московскую область, заложенный в географических культурах Бронницкого участкового лесничества [3].

Цель работы – изучение и анализ динамики роста и продуктивности Ивано-Франковского экотипа лиственницы европейской на различных фазах роста и развития насаждения в условиях Москворецко-Окской равнины.

Опыт с экотипом №15 лиственницы европейской, происхождением из Галичского района Ивано-Франковской области, был заложен в географических культурах Бронницкого лесничества в 1955 году. К 50-летнему возрасту, в фазе формирования стволов, таксационная характеристика лиственницы европейской была следующей: высота 27,8 м, средний диаметр 28,7 см, запас 981 м³/га, средний прирост 19,6 м³, текущий прирост – 22,3 м³/га [3].

В 2020 году географические посадки лиственницы достигли 65-летнего возраста, в этом возрасте культуры по своему развитию находились в фазе приспевания. В результате подсчёта 2020 года видно, что лиственница европейская сохранила высокий потенциал роста и производительности: средний прирост достигал внушительной величины – 18,8 м³/га, текущий прирост – 16,0 м³/га, продуктивность оставалась довольно высокой – 1221 м³/га.

В 65-летнем возрасте культуры характеризовались ростом по Iб классу бонитета; средняя высота 33,7 м, средний диаметр 35,9 см. Кривая 2011 года относительно 2005 года смещается в сторону увеличения значений ступеней толщины, измерения 2020 года показывают тенденцию предыдущей кривой, наблюдается прибавка по крупным ступеням толщины (рисунок). Средний объём ствола лиственницы в 50-летнем возрасте был 0,927 м³, в 65-летнем – 1,658 м³.

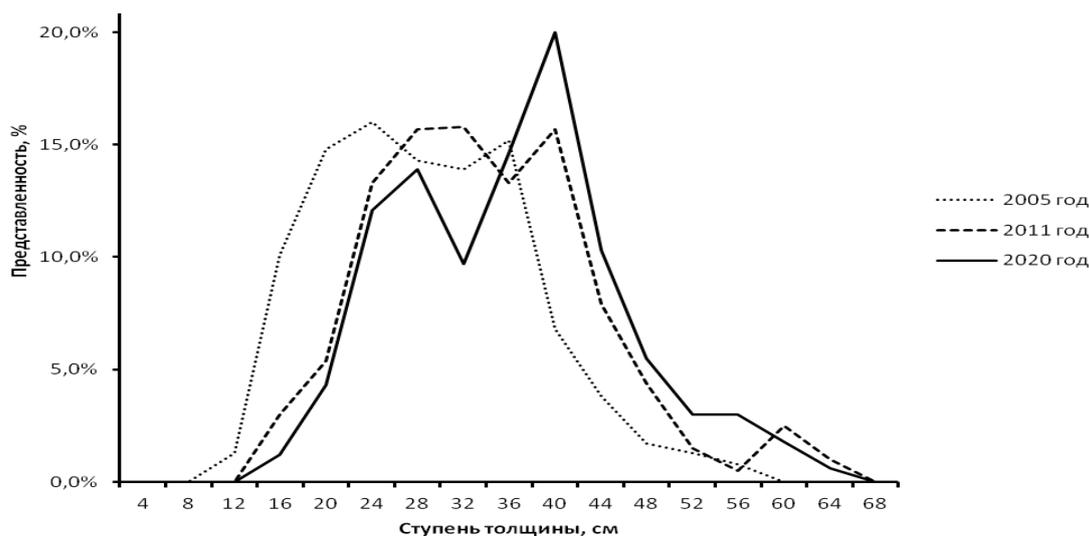


Рисунок – Распределение деревьев лиственницы европейской по ступеням толщины

Ивано-Франковский экотип с эталонной характеристикой в Бронницком лесничестве превосходит по всем таксационным показателям опытные объекты, с участием лиственницы европейской, произрастающие в условиях Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН на западе Московской области [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Штукин С.С., Волович П.И., Клыш А.С. Сохранность и продуктивность лесных культур лиственницы польской, созданных на раскорчёванной вырубке // Труды БГТУ. – 2015. – №1. – Лесное хозяйство. – С. 107–110.
2. Рубцов М.В., Мерзленко М.Д. Лесные культуры К.Ф. Тюрмера. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1975. – 42 с.
3. Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region // Eurasian Forests – Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. – М.: MSUF, 2006. – P. 83–85.
4. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Мельник П.Г. Рост хвойных интродуцентов в Западном Подмосковье // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №5 (151). – С. 86–90.
5. 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.

Студ. Г.А. Андреев
Науч. рук. доц. П.Г. Мельник
(кафедра лесоводства, экологии и защиты леса, МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОДРОСТА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧЕ

В Московской области одной из основных лесообразующих пород является ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst), на долю её насаждений приходится почти 26% по запасу. Использование перспективных экотипов ели при целевом лесовосстановлении позволяет повысить производительность ельников в Подмосковье на 20-30% [1].

Оценка состояния подроста в лесном насаждении является одной из важнейших задач лесоводства, что необходимо для выбора способов рубки леса и последующего лесовосстановления на вырубках [2].

Исследование качества подроста ели проводилось в 2020–2021 гг. на постоянной пробной площади (ППП) №46, которая находится в Никольской лесной даче, расположенной в Воря-Богородском участковом лесничестве Щёлковского учебно-опытного лесхоза Московской области и представлена культурами лиственницы европейской заложенными в 1871 г. Почва объекта исследований – дерново-подзолистая легкосуглинистая, сформированная на флювиогляциальном песке, оставленном ледниковыми потоками [3].

Тип лесорастительных условий В₂ (простая свежая суборь), тип леса – листвяг черничный свежий. В 143-летнем возрасте насаждение характеризовалось ростом по Ia классу бонитета, составом первого яруса 9Л1СедЕ; второго яруса – 8Е2Кл. Запас стволовой древесины 1 яруса – 1217 м³/га, второго – 16 м³/га, общий запас – 1233 м³/га [4].

Исходным материалом являлись данные замеров экземпляров модельных деревьев елового подроста, взятые за границами ППП. Для анализа моделей учитывались следующие признаки, наиболее полно характеризующие морфогенез подроста ели: 1 – возраст деревца; 2 – диаметр у шейки корня; 3 – диаметр на высоте 1,3 м; 4 – высота деревца; 5 – прирост по высоте за последние пять лет (2016–2020 гг.); 6 – протяжение живой кроны по длине; 7 – протяжение живой кроны по ширине; 8 – отношение длины кроны к её ширине; 9 – продолжительность жизни хвои ели; 10 – количество язв раневого рака на стволике.

Наиболее высокую корреляцию признака с фактором угнетения показывают параметры: 5, 6, 8 и 9.

Остальные параметры имеют хотя и значимые, но меньшие кор-

реляционные связи с фактором угнетения. Наиболее значимые признаки можно заложить в основу классификации подростка по степени его жизнеспособности. Выделяемые категории подростка установлены по классификации И.Г. Серебрякова [5], данные по усредненным моделям подростка представлены в таблице.

Таблица – Анализ модельных деревьев подростка ели европейской

Модельное дерево	Годичные приросты по высоте	Протяженность кроны по стволу, %	Отношение длины кроны к её ширине	Продолжительность жизни хвои, лет
1	За последние три года возрастающие	57,4	1,02	6
2	Сильно ослабленный прирост	42,1	1,63	5
3	Уменьшающиеся в последние три года	64,4	0,79	7

На основании полученных данных можно говорить о том, что модели №1 и №3 по анализируемым категориям являются сомнительными, а модельное дерево №2 – неблагонадежным. Таким образом, подрост ели в лесорастительных условиях простой свежей субори не сможет выйти в первый ярус древостоя, формирование второго яруса данным подростом сомнительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник П.Г. Выявление быстрорастущих экотипов ели для целевого лесовосстановления на территории Смоленско-Московской возвышенности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: МГУЛ, 1996. – 18 с.
2. Шиман Д.В. Формирование живого напочвенного покрова в результате проведения равномерно-постепенной двухприёмной рубки в сосняке брусничном // 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. 127–128.
3. Мерзленко М.Д. В лесных дачах Центральной России. Природно-исторический экскурс: монография. 3-е изд., испр. и доп. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 273 с.
4. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 112 с.
5. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.

**Секция
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ,
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
И ДИЗАЙНА**

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Организация охраны труда в лесопромышленном производстве является одной из основных задач, направленных на обеспечение безопасных и эффективных условий работы.

Вопросы охраны труда в лесопромышленном производстве регламентированы следующими основными нормативными документами:

– Закон Республики Беларусь «Об охране труда» от 23 июня 2008 г. № 356-З;

– Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 30 марта 2020 г. № 32/5 Об утверждении Правил по охране труда при ведении лесного хозяйства, обработке древесины и производстве изделий из дерева.

Проанализировав несчастные случаи, происходившие на производстве, можно сделать вывод о том, что наиболее распространенными причинами производственного травматизма являются:

– нарушение потерпевшим трудовой и производственной дисциплины, инструкций по охране труда;

– невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда;

– недостатки в обучении, инструктировании потерпевших по охране труда;

– личная неосторожность потерпевшего при отсутствии опасных производственных факторов;

– эксплуатация неисправных, не соответствующих требованиям безопасности машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента;

– алкогольное опьянение, наркотическое или токсическое отравление потерпевших;

– отсутствие, некачественная разработка либо нарушение требований проектной документации;

– нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования;

– привлечение потерпевшего к работе не по специальности;

– неприменение потерпевшим выданных ему средств индивидуальной защиты.

Следует отметить, что достаточно большое число нарушений действующего законодательства в области охраны труда происходит из-за некомпетентности руководителей организации в данной сфере, их неумения организовать работу по охране труда. Поэтому для успешного решения всего комплекса проблем охраны труда, профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний руководителям, их заместителям и специалистам следует постоянно повышать уровень знаний по данным вопросам.

В системе профилактических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда, важное место занимают средства индивидуальной защиты. Современный уровень развития техники и технологий позволяет надежно защитить человека от возможных производственных травм при условии грамотного выбора и правильного применения соответствующих средств индивидуальной защиты в конкретных условиях (с учетом характера выполняемой работы, наличия вредных производственных факторов и возможности аварийных ситуаций). Кроме того, повышение механизации и автоматизации лесосечных работ также способствует снижению производственного травматизма.

Большое значение для обеспечения безопасности имеют профессиональный отбор работников и изучение ими вопросов, касающихся охраны труда на предприятии. Необходимо постоянно совершенствовать работу по обучению и повышению квалификации должностных лиц и работников в сфере охраны труда. Особое внимание следует уделить подготовке специалистов по охране труда, поскольку для того, чтобы организовать работу по охране труда с учетом современных требований, нужны высококвалифицированные специалисты. Нельзя забывать и о назначении внеочередных проверок знаний рабочих, руководителей и специалистов, рабочих при выявлении нарушений ими требований охраны труда.

В Республике Беларусь в лесохозяйственных учреждениях имеются специалисты в области охраны труда, которые выполняют работы в данном направлении в соответствии с утвержденными приказами, планами по лесхозам. При этом осуществляется контроль за их работой не только со стороны руководства лесхоза, но также и Министерства лесного хозяйства РБ, профсоюза работников лесного хозяйства и др.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ ХАРВЕСТЕРОВ

Заготовка древесины является достаточно трудоемкой и травмоопасной деятельностью. С целью снижения трудоемкости, повышения эффективности и безопасности работ в настоящее время в Республике Беларусь на сплошных рубках применяются системы машин на базе харвестеров. Управление техникой требует предварительного обучения персонала. При правильном подходе и соблюдении требований охраны труда, техники безопасности их применение становится менее опасным. Каждый машинист обязан уметь оказывать доврачебную помощь.

При работе с харвестерами не допускается: направлять пильный механизм в сторону кабины харвестера; осуществлять протаскивание ствола через пильный механизм в сторону кабины с машинистом; осуществлять пиление дерева, диаметр которого больше предусмотренного эксплуатационными документами организации-изготовителя; перемещать харвестер во время спиливания, обрезки сучьев, раскряжевки дерева.

Работодатели обязаны создавать безопасные условия труда работающих.

Операторы харвестеров, несмотря на более комфортные и безопасные условия работы, по сравнению с вальщиками также подвержены влиянию опасных и вредных производственных факторов. К основным из них относятся: движущиеся самоходные лесохозяйственные машины; подвижные части оборудования для лесозаготовки; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; повышенная или пониженная температура, повышенная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны; падающие и перемещаемые предметы (сучья, деревья, хлысты, сортименты и иные); биологические (при укусах насекомых и животных); психофизиологические перегрузки и др.

Учитывая вышесказанное, необходимо организовывать рациональный режим труда и отдых операторов харвестеров, необходимые бытовые условия, что позволит снизить воздействие вредных производственных факторов.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ЛЕСФОНДА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сегодня условия эксплуатации при освоении лесфонда очень дифференцированы. Их можно условно разделить на хорошие, эффективные для освоения и сложные эксплуатационные условия.

При этом критерии оценки эксплуатационных условий могут характеризоваться: почвенно-грунтовыми условиями; доступностью древостоев; таксационными показателями насаждений; транспортной доступностью участков лесфонда; расходом топлива при заготовке древесины и др.

В лесфонде Республики Беларусь можно выделить следующие участки со сложными эксплуатационными условиями:

- 1) лесосеки, поврежденные стихийными бедствиями;
- 2) труднодоступные заболоченные участки;
- 3) лесосеки вблизи инфраструктурных объектов;
- 4) участки с низкой транспортной доступностью.

В таких условиях усложняется организация работ, увеличиваются удельные эксплуатационные затраты на заготовку древесины, что требует изучения этой проблемы, разработки рекомендаций по повышению эффективности, уменьшению затрат на разработку труднодоступных лесосек. В этой связи в данной работе был выполнен анализ эксплуатационных условий и их влияния на эффективность лесосечных работ.

В Республике Беларусь ежегодно **ветровалом** уничтожается от 0,5 до 2 млн м³ древесины. Применение машин на таких работах не всегда экономически оправдано из-за частого выхода их из строя. Эта проблема актуальна не только для Республики Беларусь, она актуальна и для многих стран Европы. Более половины всего объема лесозаготовок в Европе в последние годы приходилось на ликвидацию последствий стихийных бедствий. К проблемным вопросам при освоении ветровально-буреломных лесосек относятся:

- повышенный расход шин и цепей;
- экстремальный режим работы харвестерной головки;
- тяжелый по условиям труда режим работы операторов;
- снижение производительности;
- повышенный травматизм и др.

Лесные **избыточно увлажненные земли** – довольно распространены на территории Республики Беларусь. Они в составе лесного фонда занимают 2540 тыс га (29,3%). Проблемные вопросы при освоении труднодоступных заболоченных участков характеризуются: снижением проходимости; повышенным удельным расходом топлива; снижением производительности; значительным воздействием на лесную среду; более интенсивным износом оборудования.

Вырубка участков леса вблизи **инфраструктурных объектов** (под ЛЭП, возле дорог и др.) выполняется только согласно действующим нормативам и правилам, которые предусматривают исключение падения дерева на данные объекты. Проблемные вопросы при освоении лесосек вблизи инфраструктурных объектов: более сложная организация и технология работ; обеспечение обязательной направленной валки деревьев; дополнительные затраты на вспомогательные инструменты и приспособления; тяжелые условия труда и режим работы; снижение производительности; дополнительные документальные сопровождения и контроль.

Ежегодно в Республике Беларусь строится около 120 км новых лесохозяйственных дорог. При этом около 100 км дорог строятся лесхозами Министерства лесного хозяйства. Густота сети дорог в лесном фонде в настоящее время составляет около 0,27 км/км². По оценке специалистов, густота дорог в лесфонде должна составлять 0,45–0,5 км/км². Для сравнения, густота сети дорог в Латвии 0,9–1,1 км/км², в Финляндии – 1,3 км/км².

Проблемные вопросы при освоении труднодоступных лесосек в виду низкой транспортной доступности: увеличение пути перемещения лесоматериалов; повышенный расход топлива и другие транспортные затраты; невозможность оперативного доступа в лесфонд; снижение ритмичности заготовки и вывозки лесоматериалов и др.

Понимая всю проблематику и большие площади территорий со сложными эксплуатационными условиями, целесообразно и необходимо выполнить исследования и разработать механизмы, позволяющие повысить эффективность освоения таких участков, а также обеспечить прогрессивные организационные меры по повышению качества разработки лесосек.

Приведенная классификация лесосек и анализ критериев оценки их освоения позволяют осуществлять выбор более рациональных технологий и систем машин, обеспечивающих эффективную разработку лесфонда.

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ИХ АНАЛИЗ

В Республике Беларусь очистка лесосек осуществляется одновременно с разработкой лесосеки или после ее окончания. Целью очистки лесосек является создание необходимых условий для успешного возобновления и роста деревьев; предупреждение возникновения пожаров, развития болезней, размножения вредителей.

Согласно правилам рубок леса, предусмотрены восемь способов очистки лесосек от порубочных остатков: сбор порубочных остатков для производства технологической щепы; равномерная укладка порубочных остатков на волокнистый материал с последующим уплотнением; сбор порубочных остатков в кучи или валы и оставление их для перегнивания; укладка срубленных деревьев на землю для перегнивания (для проведения рубок осветления и прочистки); равномерная укладка срубленных деревьев и порубочных остатков в валы или кучи при проведении рубок реконструкции; измельчение и разбрасывание порубочных остатков на лесосеке; сбор порубочных остатков в кучи и их сжигание; комбинированный.

На данный момент самыми распространенными способами в Беларуси являются сбор порубочных остатков в кучи или валы и оставление их для перегнивания, измельчение и разбрасывание порубочных остатков на лесосеке. Каждый способ имеет как преимущества, так и недостатки, что требует учета множества факторов для его применения.

Очистка лесосек может производиться вручную или с помощью специализированной техники.

Для очистки лесосек и утилизации отходов может применяться следующее оборудование: подборщики сучьев грабельного типа, специализированные погрузчики-транспортировщики сучьев с обжимными бортами или форвардеры, различные виды мульчеров и измельчителей с разным их расположением, мобильные рубильные машины.

Выбор того или иного вида оборудования зависит от применяемого способа очистки лесосек, экологической и экономической целесообразности.

ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ РУБОК УХОДА

В соответствии с Лесным Кодексом Республики Беларусь рубки ухода за лесами – это рубки осветления, прочистки, прореживания и проходные рубки, проводимые в целях формирования высокопродуктивных лесных насаждений, предотвращения потерь древесины и заключающиеся в периодическом изъятии из лесных насаждений древесно-кустарниковой растительности, мешающей росту деревьев главной породы.

Требования, предъявляемые к технологиям рубок ухода и применяемым машинам регламентированы СТБ 1342-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Машины для рубок леса. Общие технические требования»; СТБ 1361-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Рубки промежуточного пользования. Требования к технологиям»; Правила рубок леса Республике Беларусь от 2016 г.

С точки зрения заготовки древесины при рубках ухода интерес, в первую очередь, представляют прореживания и проходные рубки.

Основными эксплуатационными показателями при проведении данных рубок являются: запас древесины на 1 га; средний объем хлыста; интенсивность рубки насаждений; средний диаметр дерева в месте спила; почвенно-грунтовые условия.

На основании анализа данных показателей составлены следующие системы машин для данных рубок (таблица).

Таблица – Системы машин для рубок ухода

Прореживания				Проходные рубки			
Валка	Обрезка сучьев	Раскряжевка	Трелевка	Валка	Обрезка сучьев	Раскряжевка	Трелевка
Система машин №1 Бензопила STHIL MS 270, Бензопила Husqvarna 450			Vimek 610 SE	Система машин №1 Vimek 404 SE, Амкодор 2541, Амкодор 2531			Vimek 610 SE, Амкодор 2631
Система машин №2 Vimek 404 SE, Амкодор 2531			Vimek 610 SE	Система машин №2 Бензопила STHIL MS 361, Бензопила Husqvarna 365			Vimek 610 SE, Амкодор 2631

Рубки ухода проводятся ручным (при помощи бензиномоторной пилы) или механизированным способами (при помощи харвестера).

Прореживания:

Систему машин №1 эффективно применять в древостоях со средним объемом хлыста около $0,1 \text{ м}^3$ и возрастом древостоя от 20 до 30 лет.

Систему машин №2 эффективно применять в древостоях со средним объемом хлыста $0,15-0,2 \text{ м}^3$ в хвойных насаждениях на плодородных почвах.

Проходные рубки:

Систему машин №1 целесообразно применять в древостоях со средним объемом хлыста $0,3 - 0,4 \text{ м}^3$ (исключение Vimek 404 SE, который эффективно работает со средним объемом хлыста не более $0,2-0,25 \text{ м}^3$).

Систему машин №2 эффективнее всего применять в древостоях со средним объемом хлыста $0,2 \text{ м}^3$.

Системы машин и технологии, которые сегодня применяются на рубках ухода, в частности прореживаниях и проходных рубках, в целом работают рационально, однако имеют и некоторые недостатки. Основным недостатком является оценка эффективности проведения рубок ухода через объем заготовленной древесины. Такая оценка эффективности направлена, прежде всего, на экономическую выгоду при рубках ухода, а не на формирование качественного и здорового древостоя, что может снижать качество возобновления лесов, их продуктивности и жизнеспособности.

Следует отметить также, что выбор систем машин для рубок ухода должен осуществляться с более строгим учетом их влияния на лесную среду.

УДК* 630*372

Студ. Д.А. Свекла; студ. А.А. Сийль

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

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТРЕЛЕВКИ

В последние годы в Республике Беларусь сложилась устойчивая тенденция к ежегодному увеличению расчетной лесосеки по всем видам рубок. Традиционно лесосечные работы в нашей стране осуществ-

ляются по сортиментной технологии. При этом лесосеки с хорошей несущей способностью грунтов разрабатываются системами машин «бензиномоторная пила + погрузочно-транспортная машина» или «харвестер + форвардер». Труднодоступный лесосечный фонд осваивается, как правило, системой машин «бензиномоторная пила + трелевочный трактор с канатно-чокерной оснасткой» [1]. Разработка труднодоступных лесосек по традиционной технологии с использованием на операции трелевки древесины тракторов с канатно-чокерной оснасткой имеет ряд недостатков, среди которых значительная трудоемкость производственных операций, тяжелые условия и низкая производительность труда, повышенная вероятность производственного травматизма [1].

С целью рационального и эффективного освоения труднодоступного лесосечного фонда разработан и запатентован способ разработки лесосеки, включающий разбивку ее территории на доступные и труднодоступные к освоению участки с прокладкой технологических коридоров и трелевочных волоков, к которым примыкает верхний склад с зоной безопасности и подъездным лесовозным путем [2]. Реализация данного способа разработки лесосеки подразумевает необходимость применения двухступенчатой трелевки древесины, при которой перемещение заготовленной древесины с труднодоступных участков лесосеки осуществляется трелевочным трактором с канатно-чокерной оснасткой, а при перемещении ее по грунтам с хорошей несущей способностью – погрузочно-транспортной машиной.

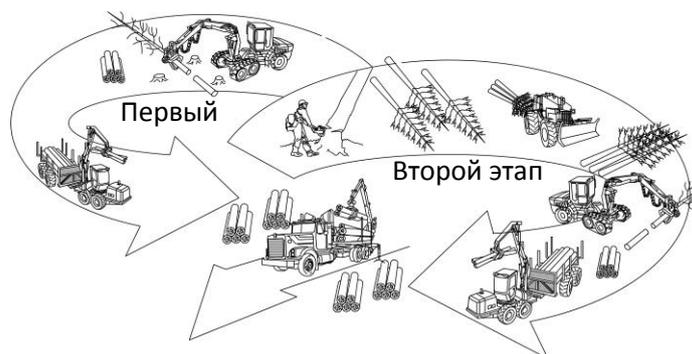
В этой связи для реализации двухступенчатой трелевки древесины при освоении труднодоступного лесосечного фонда встает вопрос об особенностях ее применения в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонов Е.А., Клоков Д. В. Технология лесозаготовок и переработки древесины. Минск: БГТУ, 2018. 231 с.
2. Способ разработки лесосеки: пат. 23001 Респ. Беларусь, МПК А01G23/02 / В.А. Симанович, Е.А. Леонов, Д.А. Кононович, С.Е. Арико, С.П. Мохов, С.А. Голякевич, А.А. Духовник; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – № а 20180500; заявл. 04.12.2018; опубл. 27.03.2020.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТРАДИЦИОННОЙ И ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТРЕЛЕВКИ

Реализация разработанного и запатентованного способа разработки лесосеки предполагает применения двухступенчатой трелевки древесины (см. рисунок).



**Рисунок – Разработка лесосек
с использованием двухступенчатой
трелевки древесины**

Сравнительная оценка традиционной и двухступенчатой трелевки производилась по критерию времени, затрачиваемого на трелевку 1 м^3 древесины с учетом выражений. На основании проведенных теоретических исследований установлено, что время, затрачиваемое на трелевку

1 м^3 древесины, зависит от среднего объема хлыста, расстояния трелевки и рейсовой нагрузки на трелевочный трактор (ПТМ).

С увеличением среднего объема хлыста $V_{\text{хл}}$ с $0,2$ до $0,8 \text{ м}^3$ удельная продолжительность трелевки уменьшается на $15-30\%$ для одностадийной трелевки и на $18-26\%$ – для двухстадийной. При этом одностадийная трелевка предпочтительна при перемещении древесины до 190 м , двухстадийная – при перемещении древесины свыше 230 м . С увеличением рейсовой нагрузки на ПТМ $V_{\text{п2}}$ с 10 до 15 м^3 удельная продолжительность двухстадийной трелевки уменьшается на $1-9\%$. При этом она становится эффективнее одноступенчатой трелевки при перемещении древесины на расстояние свыше 230 м для ПТМ с рейсовой нагрузкой $V_{\text{п2}} = 10 \text{ м}^3$. Увеличение рейсовой нагрузки ПТМ до $V_{\text{п2}} = 15 \text{ м}^3$ приводит к эффективности двухступенчатой трелевки при перемещении древесины на расстояние свыше с 190 м .

Студ. В.А. Мендель; вып. Р.А. Карсюк
Науч. рук. доц. С.А. Голякевич (кафедра лесных машин, дорог
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА ФОРВАРДЕРА С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Статья посвящена использованию современных технологий и пакетов САД в САПР. Рассмотрены вопросы расчетов напряжений и нахождения пятна контакта в ANSYS.

При работе в лесу значительное внимание уделяется сохранению почвогрунта для его дальнейшего применения. Так как при сплошных рубках за несколько рейсов форвардера образуется колея, которая негативно скажется на дальнейшей посадке леса. А при рубках ухода колея может задеть корни растущих деревьев, что в свою очередь повлияет на рост деревьев их форму и т.д., возможно некоторые деревья даже погибнут после этого. Поэтому основная задача сводится к тому, чтобы смоделировать колесо так, чтобы этого не допускать. Также зная напряжения можно сказать в каких условиях может работать данная машина и что нужно изменить.

Благодаря современным технологиям это можно осуществить. При моделировании были использованы программы: Siemens PLM NX12 и ANSYS 16.

Основная задача состояла в том, чтобы по сделанной Основная задача состояла в том, чтобы по сделанной 3D-модели и задавшись основными данными рассчитать напряжения и обнаружить пятно контакта. Для определения напряжений дано было следующее: давление в шине—100000 Па; сила давления на грунт—40000 Н. Для определения пятна контакта была использована команда: Pinball Region с радиусом 2 мм. Для более точных вычислений была использована формулировка—Augmented Lagrange (Дополнительный Лагранж) и метод обнаружений—On Gauss Point (распределение Гаусса).

Плюсом данного метода моделирования является то, что данные можно изменить в любое время и провести повторный расчет. Так мы провели расчет для двух разных ситуаций. Первый раз в расчете было принято, что колесо является деформируемым объектом, а опорная поверхность жесткая, для второго расчета было принято, колесо является жестким, опорная поверхность деформируется.

Полученные данные в результате расчета
Первый случай

Максимальная деформация— 5,56 см
Максимальное эквивалентное напряжение— 8,18 МПа
Максимальное нормальное напряжение— 3,96 МПа
Максимальное давление на грунт— 2,57 МПа
Второй случай
Максимальная деформация — 14,76 см
Максимальное эквивалентное напряжение — 6,54 МПа
Максимальное нормальное напряжение— 2,04 МПа
Максимальное давление на грунт— 1,77 МПа

ЛИТЕРАТУРА

1. Голякевич, С.А. Основы проектирования лесных машины и системы автоматизированного проектирования: учебно-методическое пособие для студентов учреждения высшего образования по специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесной промышленности»: в 2ч. Ч.1 / С.А. Голякевич, А.Р. Гороновский. – Минск: БГТУ, 2015 – 139 с.
2. Голякевич, С.А. Основы проектирования лесных машины и системы автоматизированного проектирования: учебно-методическое пособие для студентов учреждения высшего образования по специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесной промышленности»: в 2ч. Ч.2 / С.А. Голякевич, А.Р. Гороновский. – Минск: БГТУ, 2016 – 121 с.
3. Инженерный анализ в Ansys Workbench: пособие / В.А. Бурыка [и др.]. – Самара: Самар. Гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.
4. Ansys Mechanical APDL Theory Reference. Release 15.0. – Kanonsberg: Ansys Ins., 2013. – 414p.
5. Каплун, А.Б. Ansys в руках инженера. Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов; под ред. М.С. Высоцкого; НАН Беларуси, Ин-т механики машин. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 186 с.

УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Под бизнес-процессами принято понимать совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей.

Управление бизнес-процессами – это систематический подход к управлению, направленный на улучшение деятельности организации и ее процессов. Общий подход управления бизнес-процессами включает в себя следующие этапы: определение процесса, анализ процесса, корректировка, мониторинг изменений, оптимизация [1].

Совокупность различных бизнес-процессов, функционирующих на предприятиях лесного комплекса, можно обобщить в следующие группы: управления; производственные; вспомогательные; хозяйственные; развития.

Бизнес-процессы управления – совокупность процессов, связанных с качественным руководством и принятием оптимальных управленческих решений. Производственные бизнес-процессы – совокупность процессов, связанных с осуществлением основной производственной деятельности (например, заготовка, транспортировка и переработка древесины). Вспомогательные бизнес-процессы – система процессов, связанных с функционированием вспомогательных производств. Бизнес-процессы хозяйственной деятельности – процессы, связанные с эксплуатацией, ремонтами и т.д., направленные на обеспечение ритмичной работы основных производств. Бизнес-процессы развития – совокупность мероприятий, направленных на дальнейшее эффективное развитие предприятия.

С точки зрения общепринятого управленческого подхода, формирование оптимальной стратегии работы осуществляется для каждой группы процессов. Такой подход, на наш взгляд, не всегда оправдан. Более рациональным способом управления предприятий лесного комплекса будет подход, основанный на моделях динамического программирования.

Как научное направление динамическое программирование сформировалось в 1951-1953 годах. Его методы связаны с именем американского математика Р. Беллмана и его сотрудников [2].

Динамическое программирование – это раздел математического программирования, в котором изучаются методы нахождения оптимальных решений в задачах с многошаговой (многоэтапной) структурой [2, 3]. Основой этого метода является Принцип оптимальности Беллмана. Пусть есть некоторая система. Она находится в состоянии S . В результате управления система последовательно переводится из начального состояния S_0 в конечное S_n . Каково бы ни было состояние системы S в результате какого-либо числа шагов, на ближайшем шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно в совокупности с оптимальным управлением на всех последующих шагах приводило к оптимальному выигрышу на всех оставшихся шагах, включая данный.

Таким образом, использование метода динамического программирования целесообразно для задач нахождения и принятия оптимальных управленческих решений на предприятиях лесного комплекса, поскольку традиционно, этапы технологических процессов лесозаготовительного производства рассматриваются обособленно, с точки зрения эффективности каждого из них. А такой подход не всегда ведет к оптимальному решению для системы в целом.

Система управления бизнес-процессами на предприятии лесного комплекса должна обеспечивать максимально возможную согласованность бизнес-процессов внутри самой организации среди отдельных подразделений и сотрудников, что позволит достичь эффективной деятельности всей организации. И этого можно добиться с использованием моделей динамического программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новикова, А. В. Управление бизнес-процессами на предприятии лесного комплекса / А. В. Новикова, Е. Е. Моисеева // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения : сборник статей по материалам всероссийской научно-практической конференции : в 2 т., Красноярск, 09 декабря 2016 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2016. – С. 181-184.

2. Беллман Р. Прикладные задачи динамического программирования / Под редакцией А. А. Первозванского. – М.: Наука. Главная редакция Физико-математической литературы, 1965. – 460 с

3. Костевич Л. С. Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений: Учеб. пособие / Л.С. Костевич. – Мн.: Новое знание, 2003. – 424 с.

АУТСОРСИНГ ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Аутсорсинг логистических услуг состоит в передаче частично или полностью отдельных логистических функций либо комплексных логистических бизнес-процессов внешней организации – аутсорсеру. В качестве аутсорсера выступает специализированная компания – логистический посредник [1]. Среди логистических посредников особое место занимают логистические провайдеры – организации, оказывающие комплекс логистических услуг на основе аутсорсинга (контрактная логистика) [1, 2, 3].

Известно, что функционирование логистических систем, в основе которых заложен механизм аутсорсинга, направлено на развитие диапазона дополнительных видов деятельности предприятий входящих в кластеры через снижение стоимости перемещения грузов, административных и транзакционных издержек, а также расширение доступа к активам рынка [4].

Аутсорсинг логистических услуг организациями лесного комплекса можно условно разделить на следующие сегменты:

1) транспортные услуги, которые заказывают в том случае, если организация сама может осуществлять экспедирование. В данной ситуации провайдер осуществляет только перевозку груза, а оформление документов и сопровождение грузов организация осуществляет собственными силами;

2) транспортные и экспедиционные услуги достаточно востребованы, поскольку включают полную координацию грузоперевозки;

3) таможенное оформление – услуги взаимодействию с таможенными органами;

4) складские услуги – это аренда оборудованного помещения (склада) соответствующего необходимым требованиям и нормам;

5) координация процесса закупок – мониторинг динамики изменения цен на рынках услуг и взаимодействие с поставщиками товаров и услуг (в том числе и тендерные);

6) комплексные услуги – единый логистический оператор, имеющий в своем распоряжении все ресурсы, необходимые для реализации логистических бизнес-процессов по всей логистической цепочке ком-

пании-клиента. Данная комплексная услуга будет оптимальна для организаций, алгоритм поставок которых достаточно сложен и имеет несколько промежуточных этапов [4].

В общем случае, прежде чем принять соответствующее решение о фактическом уровне управления процессом аутсорсинга необходимо рассмотреть две типичные ситуации:

1. Организация имеет возможность и способность самостоятельно выполнить процесс, но хочет передать его на аутсорсинг (по коммерческим или другим причинам).

Критерии управления процессом перемещения грузов или другими процессами сферы сопряжения, как правило, уже определены, и могут быть определены как требования для поставщика процесса аутсорсинга.

2. Организация не имеет компетентности выполнять процессы (открытие новых производств и т.д.).

С точки зрения организаций лесного комплекса, на наш взгляд, однозначного ответа на вопрос об аутсорсинге логистических услуг, на данный момент, не существует. Это требует не только дальнейшего изучения данного вопроса, но и дальнейшего развития необходимой инфраструктуры и логистических провайдеров в области лесного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин Б.А. Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп.// Б.А. Аникин, И.Л. Рудая. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 320 с

2. Гузенко, Н. В. Диверсифицированное развитие логистических услуг грузовых операторов на железнодорожном транспорте: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Гузенко Наталья Владимировна; [Место защиты: Ростовский государственный экономический университет «РИНХ»]. – Ростов-на-Дону, 2013.

3. Гарбуз, Н. В. Развитие логистических услуг в Республике Беларусь: тенденции и перспективы : сб. ст. / Н. В. Гарбуз. – Минск: Центр «БАМЭ-Экспедитор», 2014. – 96 с.

4. Куган, С.Ф. Аутсорсинг логистических услуг / С.Ф. Куган // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 28 февр. 2020 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. А. Королёва (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2020. – 625 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ

В настоящее время практически невозможно обеспечить своевременную логистику без применения информационных систем и специальных программных средств [1]. Обработка все увеличивающегося объема информации, необходимой для планирования и контроля логистических мероприятий, а также развитие коммуникаций и компьютеризация хозяйственной деятельности обусловили появление информационной логистики. Информационная логистика – наука о реализации методов сбора, обработки, хранения и распределения информации в производственно-хозяйственных системах и их окружении на основе определённых правил [2].

Основные направления развития информационных технологий в логистике можно представить, как показано на рисунке:

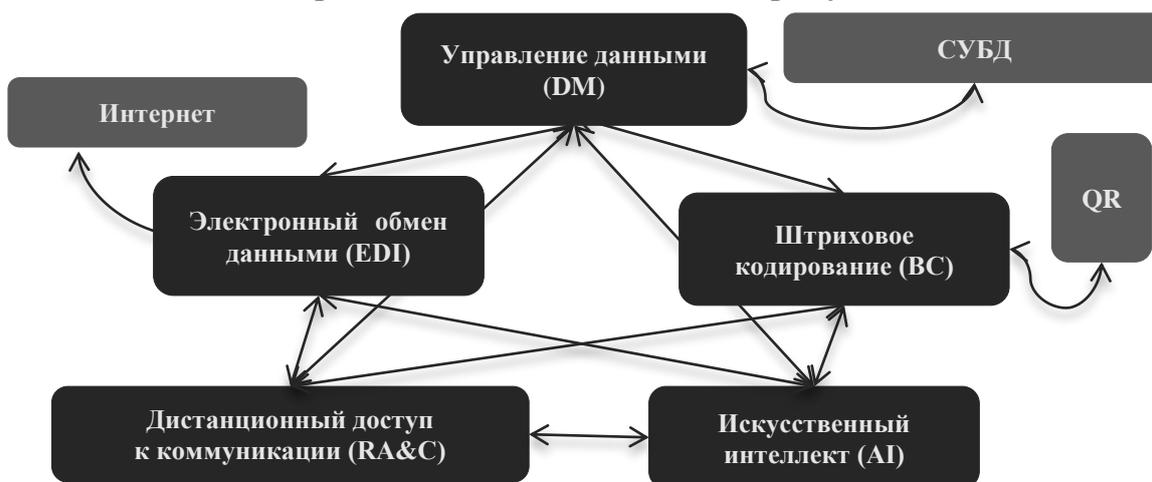


Рисунок – Информационные технологии в логистике

Управление данными представляет собой процесс накопления в необходимом объеме и систематизации информации с целью доступа к ней целевых пользователей в нужное время. Использование информационных технологий значительно сокращает и ускоряет путь перемещения товаров от производителя к потребителю. При этом большое значение имеет быстрая передача информации как внутри предприятия, так и во внешней среде. Создание систем управления базами данных и использование их дают фирмам шансы на эффективное функционирование в будущем.

Штриховое кодирование – один из видов автоматической идентификации товаров посредством оптического считывания информации о товарах, представленной в виде комбинации параллельных темных штрихов и светлых полос согласно определенной системе.

Дистанционный доступ к коммуникации базируется на использовании спутниковой связи и современных коммуникаций, обеспечивающих связь в режиме реального времени и позволяющих предприятиям сделать отдаленные рынки частью одной сети распределения.

Программы искусственного интеллекта в первую очередь используются в процессе маркетинга - в моменты принятия заказа и обслуживания покупателей. Основное их преимущество - адаптированное общения с заказчиком по телефону к реальной ситуации персональной продажи.

Анализ многочисленных источников информации по данной теме позволил сделать вывод, что в логистике получает дальнейшее развитие и совершенствование следующие информационные технологии: WMS-системы для управления складом, электронный обмен данными EDI, технологии бесконтактной идентификации для определения уникальности товара, технологии радиочастотной идентификации для автоматической идентификации данных, спутниковые технологии (GPS, ГЛОНАСС) [3].

Особое развитие в настоящее время интернет-технологии: «облачные» сервисы, сервисы видео-конференций, сервисы организации и контроля совместного решения задач, «удаленные» офисы и т.д.; а также системы распознавания образов и машинного зрения, системы искусственного интеллекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левкин, Г. Г. Основы логистики: учебник / Г. Г. Левкин, А. М. Попович – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 387 с.
2. Иконников, В. Ф. Информационные технологии и системы в логистике: учеб.-метод. пособие / В. Ф. Иконников, А. М. Седун, Н. Г. Токаревская. – Минск: БГЭУ, 2012. – 87 с.
3. Пахолкова, А. Ю. Анализ новых информационных технологий, используемых в логистике / А. Ю. Пахолкова. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2016 г.). – Москва: Буки-Веди, 2016. – С. 170-174. – URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/174/10535/> (дата обращения: 04.05.2021).

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время продолжается стремительное развитие существующих и появление новых информационных технологий. Это касается автоматизации, модернизации производственных сетей, роботизации, технологий виртуальной и дополненной реальности, ряда других технологий, а также повсеместного внедрения возможностей искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект представляет собой систему современных информационных технологий, моделирующих некоторые стороны мыслительной деятельности человека при разработке и реализации решений. Во многих литературных источниках авторы дают разные прогнозы по части времени, когда системы искусственного интеллекта заменят человека в различных сферах производственной (и не только) деятельности. Но все авторы схожи в одном – это процесс неизбежен. Не исключением является и лесная промышленность.

Под системой распознавания образов понимают класс систем искусственного интеллекта, обеспечивающих [1, 2]:

- формирование конкретных образов объектов и обобщенных образов групп объектов;
- обучение, т. е. формирование обобщенных образов групп объектов на основе ряда примеров отдельных объектов, классифицированных учителем и составляющих обучающую выборку;
- самообучение, т. е. формирование кластеров объектов на основе анализа неклассифицированной обучающей выборки;
- распознавание, т. е. идентификацию (и прогнозирование) состояний объектов, описанных признаками, друг с другом и с обобщенными образами классов;
- измерение степени адекватности модели;
- решение обратной задачи идентификации и прогнозирования (обеспечивается не всеми моделями).

В общем случае выделяют следующие основные направления развития систем распознавания образов [3]:

- системы «умный город»;
- инфраструктурные и транспортные системы с контролем и балансировкой нагрузки;

- автомобильные системы, в том числе беспилотные автомобили;
- беспилотные летательные аппараты, в том числе дроны;
- фармацевтика и медицина;
- видеоаналитика;
- распознавание человека и предметов;
- идентификация лиц;
- оценка сцены, времени, места.

На наш взгляд, возможности систем распознавания образов для нужд лесной промышленности обширны. Это и изучение и анализ состояния древостоев (визуальный мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов), автоматизация анализа и учета эксплуатационных показателей лесных автомобильных дорог, автоматизация учета и контроля лесо/пиломатериалов на различных этапах цепи поставок и т.д.

Перспективность доказывает опыт *Segezha Group* (Российская Федерация) [4]. Для оценки возможностей применения технологий компьютерного зрения и машинного обучения был запущен пилотный проект для определения объема круглого леса и коэффициента полндревесности. Площадкой для проведения эксперимента выступил Сегежский ЦБК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абламейко С. В Модели и технологии распознавания образов с приложением в интеллектуальном анализе / С.В. Абламейко, В.В. Краснопрошин, В.А. Образцов // Вестник БГУ. Сер. 1. 2011. № 3. С. 62–72.
2. Луценко Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-zrenie-1/viewe> (дата обращения: 03.04.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека Киберленинка.
4. Кармакова, М. Смартфон вместо линейки, или зачем в лесу компьютерное око / М. Кармакова // «Лесной комплекс» № 6 (46). – 2020. – ноябрь-декабрь. С. 100–108.

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ПЕЛЛЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В виду того, что механическая переработка древесного сырья в Беларуси преобладает, на данный момент существует такая проблема, как использование древесных отходов лесопиления и деревообработки. Это же касается и некоторых видов отходов лесозаготовок. Пути использования древесных отходов являются производство топливной щепы и обгаороженного вида топлива; получение технологической щепы для лесохимического производства; биокомпостирование; биотопливо и др.

До недавнего времени в Беларуси основной объем древесных отходов измельчался на топливную щепу для нужд внутреннего рынка и на экспорт. Однако в последние годы во всем мире стал увеличиваться спрос на топливные пеллеты, что стало одной из основных предпосылок для развития пеллетного производства в Республике Беларусь.

Пеллеты представляют собой гранулы диаметром примерно 4–14 мм, длиной 16–80 мм. По сути, это сухие спрессованные опилки. По качеству этот вид топлива делится на три группы, характеристики которых установлены в СТБ 2027-2010.

Пеллеты можно считать одним из наиболее перспективных видов биотоплива, так как:

- они являются безопасным и экологически чистым топливом;
- обладают высокой энергоконцентрацией при незначительном занимаемом объеме;
- из-за большой насыпной массы не требуют больших площадей для складирования;
- обладают низкой зольностью при сгорании;
- автоматизированная подача в котел;
- безопасность при хранении, т. к. пеллеты не подвержены самовозгоранию.

При расчете возможного ресурса для производства пеллет учитывался технически доступный объем древесной биомассы, возможный к использованию в топливно-энергетических целях, который в 2019 году составил 9,9 млн м³. Так же, согласно Национальной программе развития пеллетного производства, ежегодно в Беларуси имеется около

0,8 млн м³ не востребованной деловой древесины. Итого возможный ресурс древесного сырья составляет 10,7 млн м³. Исходя из нужд народного хозяйства в древесных ресурсах для производства таких видов продукции как топливная щепка, дрова для населения, лесохимическое производство и др., для производства топливных пеллет может быть использован ресурс в объеме 1,45 млн м³.

Согласно данным о расходе сырья, можно сказать, что возможный объем производства топливных пеллет, с учетом нормы расхода равной 2,14 м³/м³, составляет 680 тыс. тонн. В 2019 году объем производства пеллет составил 412 тыс. т.

Согласно государственной программе «Белорусский лес» на 2021–2025 гг., объем лесозаготовок будет увеличиваться и к 2025 году составит почти 28 млн м³. А так как объем заготовки напрямую влияет на образование возможного ресурса для производства пеллет, можно сказать, что с каждым последующим годом, объемы производства пеллет могут возрастать.

В Республике Беларусь использование пеллет ограничено, поэтому практически весь объем производимых пеллет реализуется на экспорт и в основном в страны Европы. И как показывают исследования спрос на них будет только расти. Потому для лесной промышленности Беларуси и страны в целом важно занять соответствующую нишу на данном рынке, но при условии эффективного и экономически обоснованного функционирования пеллетного производства в лесной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Forestry Production and Trade [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>. – Дата доступа: 06.04.2021 г.

2. Расчет количества сырья для пеллетной линии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://grach.spb.ru/news/raschet-kolichestva-syruya-dlya-pelletnoj-linii/>. – Дата доступа: 09.04.2021 г.

3. Промышленность Республики Беларусь. Статистический буклет [Электронный ресурс]. – Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/88c/88ca482411a706f47c7da68ae873fff7.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2021 г.

4. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mlh.by/>. – Дата доступа: 11.04.2021 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На сегодняшний день лесозаготовительное производство в Республике Беларусь является крупнейшей отраслью лесной промышленности, осуществляющей заготовку древесины, её вывозку, а также первичную обработку, частичную переработку круглых лесоматериалов и утилизацию отходов лесозаготовок и деревообработки. Значительную часть в этом производственном процессе занимают вопросы организации транспортировки и хранения лесоматериалов, управление запасами и материально-трудовыми ресурсами и т.д. Данные вопросы и задачи рассматриваются в рамках проектирования транспортно-логистических процессов в лесозаготовительном производстве.

Одной из основных целей рассматриваемых процессов является доставка лесопродукции соответствующего качества и в соответствующем количестве точно в срок, при относительных минимальных затратах на снабжение, хранение, производство, упаковку, сбыт, транспортировку продукции, обработку и передачу информации. Сокращение указанных затрат на основе организационных, технологических решений, научных методов оптимизации потоковых процессов является важнейшей задачей, которая может быть решена на основе теории логистики.

В проводимых исследованиях проектирование и оптимизация транспортно-логистических процессов будет осуществляться в рамках логистической цепочки, которая представляет собой последовательность технологических и транспортных операций, обеспечивающие перемещение древесины от места произрастания до конечного потребителя с одновременным изменением потребительских свойств и переходом древесины их категории сырья в готовый продукт.

При этом выделяют три взаимосвязанные логистические подсистемы:

- логистика лесосечно-транспортного производства;
- логистика внутрипроизводственного процесса по первичной переработке древесины;
- логистика сбыта готовой лесопродукции.

Одной из наиболее сложных в управлении и проектировании является подсистема логистики лесосечно-транспортного производства.

Это связано с тем, что функционирование производства на данном этапе зависит от таких факторов как природно-климатические и эксплуатационные условия, таксационные характеристики, наличие развитой лесотранспортной сети, информационное обеспечение производства, наличие соответствующей техники для реализации транспортных и технологических процессов и т.д. Приведенные факторы непосредственно влияют на себестоимость не только транспортно-логистических процессов, но и всего производственного цикла получения древесной продукции.

На основании анализа составляющих транспортно-логистических процессов и их функционирования в рамках действующих лесозаготовительных предприятий, предложен ряд направлений для дальнейших исследований:

- совершенствование информационного обеспечения транспортно-логистических процессов на основе использования данных систем управления и диагностики многооперационных машин;
- оптимизация транспортно-логистических процессов с учетом лесоэксплуатационных характеристик (почвенно-грунтовых условий, таксационных характеристик лесонасаждений, природно-климатических условий и др.);
- разработка методик построения рациональных маршрутов движения лесозаготовительных и лесотранспортных машин;
- оптимизация размещения сети лесохозяйственных дорог и промежуточных складов в лесном фонде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Формирование транспортно-логистической системы республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsut.by/bitstream/handle>. – Дата доступа: 06.03.2021 г.
2. Транспортная логистика в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream>. – Дата доступа: 09.03.2021 г.
3. Особенности лесопромышленной логистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// science-bsea.bgita.ru/2001/leskomp_2001](https://science-bsea.bgita.ru/2001/leskomp_2001). – Дата доступа: 09.03.2021 г.

СОЗДАНИЕ БАНКА ДАННЫХ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ

Банк данных – это поименованная совокупность структурированных данных, относящихся к определенной предметной области.

1. Система управления банками данных (СУБД) — это комплекс программных и языковых средств, необходимых для создания банка данных, поддержания их в актуальном состоянии и организации поиска в них необходимой информации.

Создание любой базы данных включает следующие этапы:

1) постановка задачи – на этом этапе определяется предметная область, а также состав и назначение создаваемой базы данных;

2) анализ предметной области – определяются объекты будущей базы данных, характеристики, которыми будут описываться данные объекты, и тип данных для каждой из характеристик;

3) формирование модели данных – выбирается наиболее подходящая модель данных в соответствии с требованиями и задачами создаваемой БД, разрабатывается структура БД;

4) формирование БД с использованием программных средств, таких как системы управления базами данных.

Обычно с базами данных работают две категории исполнителей.

Первая категория — проектировщики. Их задача состоит в разработке структуры таблиц базы данных и согласовании ее с заказчиком. Кроме таблиц проектировщики разрабатывают и другие объекты базы данных, предназначенные, с одной стороны, для автоматизации работы с базой, а с другой стороны — для ограничения функциональных возможностей работы с базой (если это необходимо из соображений безопасности). Проектировщики не наполняют базу конкретными данными.

Вторая категория исполнителей, работающих с базами данных, — пользователи. Они получают исходную базу данных от проектировщиков и занимаются ее наполнением и обслуживанием. В общем случае пользователи не имеют средств доступа к управлению структурой базы — только к данным, да и то не ко всем, а к тем, работа с которыми предусмотрена на конкретном рабочем месте.

Соответственно, система управления базами данных имеет два режима работы: проектировочный и пользовательский. Первый режим предназначен для создания или изменения структуры базы и создания ее

объектов. Во втором режиме происходит использование ранее подготовленных объектов для наполнения базы или получения данных из нее.

Банк данных по организации вывозки древесины состоит из трёх основных баз данных:

- лесовозный транспорт, который будет тянуть прицепной состав.
- прицепной состав, которым будет перевозиться древесина
- лесотранспортная сеть, по которой будет осуществляться вывозка древесины.

База данных лесовозного транспорта представляет собой все доступные машины для транспортировки лесоматериала и возможности выбрать наиболее эффективную, основываясь на параметрах перевозимого груза (массу и объём), проходимости в проблемных участках местности и тяговых характеристик транспорта.

База данных прицепного состава представляет собой все доступные прицепные транспортные средства (прицепы, полуприцепы, прицепы-ропуски) для транспортировки лесоматериала и выборки наиболее эффективной, основываясь на параметрах перевозимого груза (массу и объём).

Создание банка (базы) данных дорог лесотранспортной сети позволяет:

- провести оценку состояния дорог для рационализации грузоперевозок;
- осуществлять экспресс-контроль состояния участков лесовозных автомобильных дорог с выявлением вреда от проезда тяжеловесных автопоездов в периоды весенней и осенней распутиц, а также выявить участки с ослабленным основанием;
- обеспечить удовлетворительное состояние проезжей части лесовозных автомобильных дорог; найти объемы партий поставки средств ремонта с минимальными затратами в единицу времени, а также выбрать наиболее выгодных поставщиков, маршруты поставки и виды транспорта;
- определить оптимальный транспортный план для сети лесовозных автомобильных дорог с учётом их транспортно-эксплуатационного уровня, позволяющий управлять системой лесотранспортных потоков, планировать работу лесовозных автопоездов и снизить долю транспортных затрат в общей производственной программе;
- произвести анализ дорожных условий с целью выявления мест повышенной опасности с назначением мероприятий по их ликвидации, обеспечить безопасность движения в местах концентрации ДТП и экономичность движения на дороге.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕВОЗКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ МУЛЬТИЛИФТ

Одним из приоритетных направлений развития Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь является оптимизация транспортно-логистических процессов лесозаготовительного производства при помощи внедрения системы мультилифт.

Система мультилифт относится к лесным погрузочным средствам, осуществляющую погрузку сортиментов в сменный контейнер открытого типа. Конструкция автомобиля-тягача позволяет опускать контейнер на землю для его загрузки сортиментами и дальнейшее поднятие загруженного контейнера.

Были рассмотрены существующие системы мультилифт, выявлены недостатки.

Исходя из недостатков существующей системы была разработана система мультилифт, отличающаяся от аналогов тем, что кузов в передней и задней части оборудован жестко закреплёнными щитами с дополнительными козырьками, стягивающиеся тросом и выступающие над поверхностью коников, ограничивая сползание древесины при опускании и поднимании кузова.

Задачей предлагаемой системы является обеспечение безопасного выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Указанная задача достигается тем, что сменный контейнер для перевозки древесины, включающий кузов открытого типа в передней и задней части оборудован щитами с козырьками стягивающие древесину для равномерной нагрузки и обеспечения безопасности, ограничивает сползание древесины при опускании и поднимании кузова.

При сравнении предложенного технического решения с объектами аналогичного назначения установлено, что данная система обладает существенными отличиями от ранее известных устройств, аналогов и прототипа.

Разработан общий вид системы мультилифт. Даны конструкции и описание принципа работы, который заключается в следующем. Автомобиль, оснащенный системой мультилифт приезжает на разрабатываемую лесосеку. Оператор из кабины управляет гидроцилиндрами.

При срабатывании гидроцилиндров происходит сталкивание контейнера по направляющим балкам. Так происходит опускание порожнего контейнера на землю. Пока контейнер будет загружать, автомобиль уезжает за уже загруженным контейнером, тем самым ускоряется процесс загрузки и снижается нагрузка на шасси – ведь сам контейнер лежит на земле, а не на грузовой платформе автомобиля.

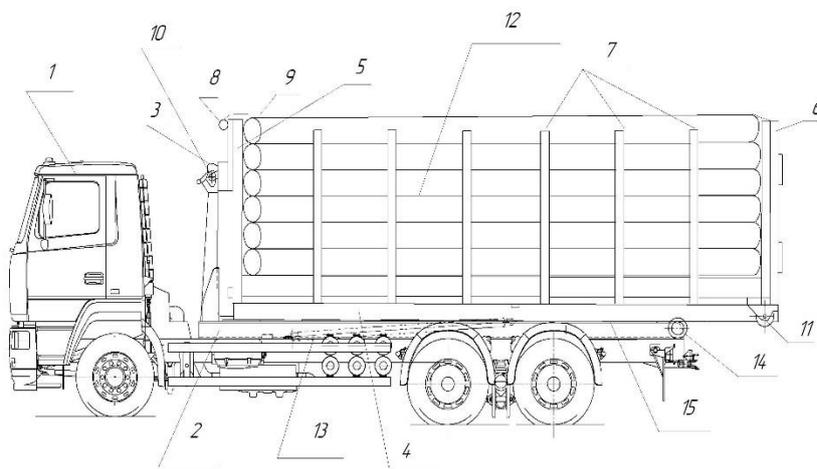


Рисунок – Сортиментовоз с системой мультилифт

Оператор, выйдя из кабины, стягивает трос между козырьками щитов ручной лебедкой. Управляя крюковой системой и гидроцилиндрами, оператор захватывает загруженный контейнер и поднимает его на автомобиль. Максимальный угол наклона составляет 50 градусов. Далее оператор, управляя гидроцилиндрами, опускает загруженный контейнер на грузовую платформу. Загруженный автомобиль уезжает в пункт разгрузки лесоматериалов, оставляет там контейнер и возвращается на лесосеку за новым загруженным контейнером. Цикл повторяется до тех пор, пока все лесоматериалы не будут вывезены с данной лесосеки.

Разработали схему платформы для системы мультилифт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет / В.С. Сюнев, А.А. Селиверстов, Ю.Ю. Герасимов, А.П. Соколов. – Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии METLA, 2011. – 43 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН НА ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Одним из возобновляемых энергетических источников является древесина. Эффективное использование древесины возможно лишь с применением комплексной переработки древесных отходов. К отходам производства в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности относят кора, сучья, ветви, вершины, древесная зелень, пни, корни кусковые и мягкие отходы лесопиления и деревообработки, мебельного и фанерного производства, шпалопиления и др. Которые являются сырьем для дробильных машин [1].

Дробильные машины нужны для измельчения древесных отходов в измельченную древесину в виде дробленки. Такие машины подразделяются на мобильные и стационарные. Мобильные дробильные машины можно перемещать на место работы, стационарные используются на нижних складах, деревоперерабатывающих предприятиях. Дробильная машина состоит из шасси, двигателя, подающего механизма, выносного механизма и дробильной установки. Шасси может быть 2-осным, 3-осным, прицепным, полуприцепным. Выносной механизм может быть представлен конвейерной лентой или вентилятором. По типу рабочего органа дробильной установки подразделяются на валковые и молотковые. Дробильные машины обладают средней мощностью 225-250 кВт.

К особенностям работы дробильных машин, как и мульчеров является то, что они способны перерабатывать древесные отходы с включениями [2]. Такие включения как земля, осколки камня, различные металлические конструкции. Дробленку можно использовать как энергетическое сырье, например топливо для котельных. Использование дробильных машин приведет к повышению количества перерабатываемых отходов. Также для более рационального использования изделий из древесины, пришедших в негодность.

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 // Лесозаготов. производство: проблемы и решения: матер. МНТК – Минск: БГТУ, 2017. – С 20-24.

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ИЗГОТОВЛЕНИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

В настоящее время новые технологии в машиностроении появляются всё более массово. Машиностроение представляет собой огромную отрасль с большим количеством разветвлений, таких как: дизайн и производство транспорта, робототехника, изготовление промышленных станков, бытовые приборы и прочие направления. Основой современного машиностроения считаются наукоёмкие технологии и инновации, позволяющие разрабатывать и выпускать гибкие, многофункциональные машины и находить новые методы их производства. Специалисты различных отраслей промышленности много десятков лет заняты вопросом о создании нового материала, имеющего минимальный вес при высокой прочности. В настоящее время учеными выполнены разработки сплава нового типа, которому предрекают произвести революцию в технологиях машиностроения. Сплав пока не получил официального названия и в научных работах обозначается по химической формуле – $Al_{20}Li_{20}Mg_{10}Sc_{20}Ti_{30}$. Состав представляет собой смесь известных металлов: магния, алюминия, лития, титана и скандия. Плотность материала не превышает плотность алюминия, а по прочности он превосходит титан.

Основным способом снижения веса в транспорте всегда считалось облегчение конструкций кузова и шасси. Дальнейшее возможное облегчение веса разработано учеными из Германии, которыми предложено облегчить двигатель внутреннего сгорания. Стандартно он выполняется из тяжёлых металлов, обладающих повышенной термостойкостью, но исследователи заменили металлические детали более лёгкими пластиковыми композитами. Был создан одноцилиндровый двигатель, в большинстве узлов которого отказались от металлических составляющих. Их заменили пластиком из армированного волокна. Тесты показали, что такое изменение позитивно отразилось не только на весе двигателя и транспортного средства в целом, но и стало причиной более тихой работы двигателя. Национальная лаборатория Аргонна (США) представила новую технологию машиностроения, позволяющую снизить трение двух разных материалов практически до нуля на макроскопическом уровне. Ученые одну плоскость трения покрыли графеном, а на другую напылили алмазно-углеродный состав. После этого поверхности перемещали друг по другу. Когда частицы

микроалмазов отрывались от своей плоскости и катались между поверхностями, коэффициент трения становился практически нулевым.

В машиностроении теперь массово внедряются в производство разработки, в которых человеческий фактор сводится к минимуму. Например, изготовление сложных и сверхточных деталей выполняют лазерными установками. Лазер используют и для выполнения сварочных работ. Особенно нужна эта технология в случае изготовления крупногабаритных деталей из металлов, имеющих большой вес и широкую сварную площадь. Данную технологию применяют на воздухе в аргонной среде. Ее преимуществами являются надёжность, экономичность и высокая скорость. Наиболее современной инновационной технологией машиностроения, связанной с применением лазера, является метод лазерного послойного синтеза. Этим методом выполняют выращивание деталей сложной формы. При помощи лазерного синтеза создают различные детали из жаропрочной стали, алюминия или титана. Сенсацией в машиностроении стала инновационная технология, представленная компанией Boeing – сверхлёгкий материал Microlattice, который имеет в структуре 99,99% воздуха. Небольшой кусок нового материала способен парить в воздухе наподобие пера или одуванчика. Кроме низкой массы, он чрезвычайно эластичен, обладает способностью к поглощению ударов, выдерживает повышенное давление и даже восстанавливает первичную структуру после 50% деформации. Структура Microlattice состоит из ультратонких полимерных полых трубок, имеющих толщину 100 нанометров, что в тысячу раз тоньше волоса человека. Трубки располагаются упорядоченно в форме молекулярной решётки отдельных металлов. Всё свободное пространство между трубками занято воздухом.

В ходе проведенных экспериментов исследованиями компании установлено: чтобы сохранить целостность скорлупы сырого куриного яйца, сброшенного с крыши 25-этажного дома, необходим слой упаковочной плёнки толщиной в 1-2 метра. Чтобы сохранить яйцо невредимым при помощи Microlattice, достаточно пару десятков сантиметров этого материала. Компания Boeing рассматривает возможность массового выпуска Microlattice для использования не только в авиастроении, но и в других сферах машиностроения. Специалисты не исключают, что уже через 10 лет практически во всех транспортных средствах в том или ином процентном соотношении будет присутствовать Microlattice. Не исключают возможность его применения и в изготовлении роботов, а также бытовой техники. Инновационные технологии и материалы машиностроения продолжают разрабатываться по всему миру. Человечеству остаётся с интересом наблюдать за ними и использовать их в повседневной жизни.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Всестороннее исследование причин выхода инструмента из строя позволяет выяснить основные механизмы износа, их взаимосвязь со спецификой работы инструмента и на этом основании наметить пути повышения его стойкости. В настоящей работе рассмотрены причины выхода из строя и закономерности износа ряда важнейших типов режущего инструмента из быстрорежущей стали. Режущий инструмент, вызывая отделение срезаемого слоя металла от основной его массы, в то же время сам изнашивается, подвергаясь воздействию обрабатываемого материала и сходящей стружки. На основании многочисленных исследований установлено, что в зависимости от условий резания интенсивность износа инструментов определяется совершенно различными по своей природе процессами. В этом смысле различают несколько видов износа, хотя в реальных условиях некоторые из них действуют одновременно. Рассмотрим основные виды износа токарных резцов из быстрорежущей стали.

Механический износ. На рабочих поверхностях и режущих кромках инструмента всегда имеются мельчайшие сколы, прижоги, микротрещины, играющие роль концентраторов напряжений. В процессе резания механические нагрузки достигают таких величин, что становится возможным отрыв от основной массы отдельных частиц инструментального материала. Внешне это проявляется в округлении и выкрашивании режущих кромок. Его интенсивность резко возрастает при наличии динамических явлений (вибраций) в системе СПИД.

Абразивный износ. Обрабатываемый металл оказывает абразивное, царапающее воздействие на инструмент. Темп износа возрастает, если в структуре обрабатываемого материала имеются составляющие, сохраняющие достаточно высокую твердость даже при энергичном разогреве. К ним относятся цементит в сталях; цементит и фосфиды в чугунах; карбид кремния в силуминах; интерметаллиды в жаропрочных сплавах и т.п. Износ увеличивается также в том случае, когда между трущимися поверхностями в значительном количестве заклинивается стружка или попавшие извне новые абразивные частицы. Интенсивность абразивного износа зависит от отношения поверхностных твердостей инструментального и обрабатываемого материалов в условиях резания $H_{им}/H_{ом}$. Поэтому рассматриваемый вид износа играет большую роль для резцов из инструментальных сталей. Для уменьшения абразивного износа следует уменьшить абра-

живные свойства обрабатываемого металла путем его термической обработки. Аналогичный эффект достигается при точении детали в нагретом состоянии.

Адгезионный износ. При резании в местах фактического контакта инструмента со стружкой и деталью давления достигают огромных значений. Высокие давления, а также интенсивный рост температуры, являющийся следствием локальных пластических деформаций, создают условия для прочного соединения (сваривания) в отдельных зонах двух разнородных материалов, образуются так называемые мостики схватывания, разрушение которых сопровождается, как правило, удалением некоторого объема наименее прочного материала стружки и свариванием их с более прочным материалом инструмента. Увеличение размеров приварившихся инородных частиц и последующее их срезание повторяются до тех пор, пока под действием переменных нагрузок не произойдет локальное разрушение поверхности инструмента в месте существовавшего ранее микровыступа. Этому в значительной степени способствует то обстоятельство, что в наружных слоях инструмента всегда имеются поры, трещины, неравномерное распределение внутренних напряжений, неоднородность структуры, химического состава. Адгезионный износ быстрорежущих резцов может характеризоваться весьма высоким темпом, так как параллельно с указанными выше явлениями в их поверхностных слоях происходят локальные структурные превращения. Там, где затормозилась частица обрабатываемого металла, под влиянием высоких температур и давлений совершается процесс распада мартенсита с образованием менее прочных структур троостомартенсита и троостита. Темп износа в подобных случаях в значительной степени обусловлен скоростью структурных превращений в инструментальной стали. При резании, вследствие интенсивных пластических деформаций поверхностных слоев инструмента, скорость структурных превращений намного больше таковой при обычном нагреве.

Окислительный износ. Внешняя среда оказывает активное влияние на процесс резания. На контактирующих поверхностях инструмента, а также стружки и детали адсорбируется кислород воздуха. Легко диффундируя в пластически деформированные наружные слои металлов, он образует с ними (металлами) твердые растворы и химические соединения. В результате на трущихся поверхностях возникают защитные пленки окислов. Их физико-механические свойства и определяют темп и характер износа в подобных случаях. В тех случаях, когда окисленные слои имеют меньшую прочность, чем основной материал инструмента, темп износа определяется главным образом скоростью образования и разрушения оксидных пленок. Именно в этом смысле и употребляется термин «окислительный износ».

ВЛИЯНИЕ ФИНИШНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА

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. Влиянию этого процесса на свойства готовых изделий уделяется все большее внимание. Особенно важно выяснить влияние шлифования на структуру и свойства контактной поверхности инструмента. Роль шлифования в процессе производства постоянно возрастает в связи с применением твердых и труднообрабатываемых материалов, повышением требований к чистоте и точности обработанной поверхности, уменьшением припусков на обработку.

При шлифовании имеет место термическая обработка поверхностного слоя, характеризующаяся чрезвычайно высокими скоростями изменения температуры (при охлаждении до 105 град/с) и малыми выдержками при высокой температуре. В соответствии с диаграммой состояния при температуре ниже A_{01} мартенсит распадается с образованием троостита и троостомартенсита; при превышении этого значения образуется вторичный закаленный слой. В случае реализации в поверхностном слое вторичной закалки основные структурные превращения сводятся к следующему: поверхностные слои содержат гораздо больше аустенита, чем его образуется при обычной закалке; сильно отпущенный слой, расположенный непосредственно под слоем, претерпевшим поверхностную закалку, имеет такое же количество превращенного остаточного аустенита, как и основная масса образца; аустенит образуется независимо от того, применялось охлаждение или нет. Для получения обобщенной оценки влияния шлифования на уровень микронапряжений и количество остаточного аустенита, а также их взаимосвязи был проведен рентгеноструктурный анализ поверхности сталей Р6М5 и 45ХЗВЗМФС (шлифование проводилось электрокорундовым кругом при продольной подаче 0,04 мм и поперечной подаче 0,04 мм). Шлифованию стали 45ХЗВЗМФС предшествовали цементация, закалка от 1180°C с последующим трехкратным отпуском при 550–560°C. Анализ данных изменения ее фазового состава свидетельствует о повышении количества остаточного аустенита в поверхностном слое до 30 %, что значительно превышает его уровень в закаленной стали. Резкое увеличение количества аустенита в шлифованных образцах диффузионно-

упрочненной стали 45ХЗВЗМФС объясняется высоким содержанием углерода в цементованном слое и понижением точки $\alpha \leftrightarrow \gamma$ – превращения.

Действие высоких температур вызывает протекание разупрочняющих процессов, следствием чего является снятие напряжений и понижение твердости поверхностного слоя. Поверхностные слои как при обработке резанием, так и при шлифовании изменяют свои свойства в результате пластической деформации, которая осуществляется путем перемещения и размножения дислокаций. В процессе перемещения дислокаций повышается концентрация вакансий и дислоцированных атомов, вследствие притяжения вакансий к дислокациям пор и микропор, прежде всего образуются по границам зерен. На самой поверхности отчетливо видны следы пластической деформации.

Микроструктурный анализ материала поверхности инструмента после шлифования позволяет выявить значительное количество вырывов, трещин. Они создают своеобразную картину разрыхленности материала поверхностного слоя. Появление такого рода дефектов способствует интенсификации изнашивания в связи с повышенной склонностью к образованию адгезионных мостиков у выступающих элементов поверхности и усилению схватывания активизированного пластической деформацией металла. Микро- и субмикронарушения поверхностного слоя в свою очередь способствуют усилению износа разрушения. Увеличение содержания остаточного аустенита также влечет за собой нежелательные последствия, благоприятствует развитию процессов смятия.

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, а также 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 и процессе обработки. По ряду причин (температурно-силовые градиенты, пластическая деформация, упрочнение и разупрочнение у поверхности) указанные напряжения не снимаются полностью после прекращения обработки. Они действуют в готовом инструменте как остаточные и, по-видимому, также оказывают значительное влияние на стойкость инструмента и прежде всего на его надежность в эксплуатации.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИФФУЗИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Стойкость и долговечность инструмента технологической оснастки в большой мере определяется структурой и свойствами поверхностных слоев, которые претерпевают изменения в процессе эксплуатации. Повышение стойкости технологической оснастки может быть достигнуто за счет применения термомеханической обработки (ТМО), обеспечивающей изменение структурных свойств всего объема металла; наплавки и напыления, связанных с изменением состояния поверхностного слоя за счет нанесения других материалов; химико-термической обработкой (ХТО), позволяющей изменять поверхностный слой за счет активного взаимодействия металла основы с элементами из насыщающей среды. Полное изменение состава, структуры и свойств рабочего поверхностного слоя может быть обеспечено нанесением покрытий наплавкой и напылением. Одно из перспективных направлений увеличения срока службы технологической оснастки – применение химико-термической обработки (ХТО), за счет которой обеспечивается новое состояние материала у контактной поверхности. Известно, что для ряда инструментальных сталей применяют цементацию, которая обеспечивает высокую твердость и износостойкость поверхности оснастки за счет увеличения количества карбидов в поверхностном слое и появления в нем полезных напряжений сжатия. Повышение стойкости горячештампового инструмента достигается применением диффузионного хромирования. Однако при высоких давлениях возможно продавливание тонкого диффузионного слоя. Хромирование применяют для повышения стойкости оснастки из углеродистых инструментальных сталей У8, У10 и теплостойких штамповых сталей. Значительное количество работ посвящено диффузионному борированию. Благодаря наличию в упрочненных слоях боридов FeB и Fe₂B они обладают высокой твердостью и износостойкостью. Известны и другие виды ХТО инструментальных сталей (хромосилицирование, хромованадирование и др.) не нашедшие широкого применения из-за сложности процессов. Наиболее широкое применение для формообразующего инструмента нашло азотирование. По данным многих исследователей азотирование штампового инструмента и другой технологической оснастки из ряда инструментальных сталей позволяет повысить их стойкость в 1,5-2,5 раза по сравнению с незаазотируемыми.

В настоящее время на отдельных производствах предпринимаются попытки замены дефицитных дорогостоящих материалов более

доступными и дешевыми. В частности в производстве резино-технических изделий отдельная технологическая оснастка (прессформы и др.) изготавливается из конструкционных малолигированных сталей. Однако стойкость такой оснастки в ряде случаев недостаточна. В результате ряда проведенных исследований возможности поверхностного упрочнения деталей и технологической оснастки из отдельных конструкционных и малолигированных сталей, работающих в сложных условиях нагружения методом карбонитрации в расплавах, активированных высокочастотными колебаниями выявлено, что использование дополнительной энергии знакопеременных колебаний обеспечивало повышение твердости во всем исследованном временном диапазоне, способствовало повышению толщины упрочненного слоя на всех исследуемых сталях. Насыщение стали 40X в течение 2,5 ч при температуре 843 °К обеспечивало в обычных условиях диффузионный слой толщиной 220 мкм, при использовании колебаний частотой 18 кГц, вводимых в расплав - 270 мкм.

Известно, что в большинстве случаев усталостное разрушение развивается непосредственно в тонком поверхностном слое. В связи с этим его структура и напряженное состояние оказывают решающее воздействие на долговечность и надежность работы изделий. Так проведение финишной упрочняющей обработки с созданием в поверхностном слое сжимающих напряжений и мелкодисперсных упрочняющих фаз является одним из способов повышения характеристик выносливости материалов. Процессы, связанные с насыщением азотом, также обеспечивают в поверхностном слое напряжения сжатия, что является причиной повышения усталостной прочности деталей. Применение колебаний в процессе диффузионного насыщения дополнительно повышает усталостную долговечность по числу циклов $N_{ц}$ до полного разрушения образца. При этом существенно повышается выносливость последних, имеющих концентраторы напряжений. Проведенные испытания образцов, обработанных с использованием энергии колебаний, подтверждают благоприятное влияние их использования на износостойкость поверхностного слоя. Кривые износа сохраняют характер классической зависимости, полученной для образцов, обработанных без колебаний. Однако период приработки значительно сокращается: потеря массы на пути трения до 20 км в 1,7-2,0 раза ниже. Более значительным является участок установившегося износа. Анализируя приведенные результаты, можно сделать вывод о том, что применение колебаний способствует получению упрочненного слоя работоспособного в течение длительного периода его эксплуатации, что дает основание предполагать, что исследованный процесс упрочнения может быть достаточно эффективным для ряда технологической оснастки.

Студ. О. С. Придачук
Науч. рук., доц. А.В. Блохин
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ АДДИТИВНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Сегодня металлическая 3D-печать представляет собой уникальный и революционный метод аддитивного производства металлических деталей, хотя еще 5-10 лет назад эта технология была слишком сырой, чтобы ее можно было широко использовать в производстве. 3D-печать металлом - масштабируемое и надежное решение для целого спектра производств благодаря следующим достоинствам: 3D-печать металлами используются для производства деталей со сложной геометрией, которые традиционные производственные методы не могут произвести или производство слишком сложное и дорогостоящее; 3D-печатные детали непрерывно оптимизируются для улучшения производительности печати, сводя к минимуму их массу и общее количество компонентов в сборке; 3D-печатные детали обладают отличными физическими свойствами, а доступный диапазон материалов включает в себя сложные для обработки традиционными методами материалы.

3D-печать - более динамичный процесс, чем другие методы изготовления, позволяющий перейти от дизайна изделия (детали) к его воплощению в металле, как следствие - устраняется необходимость в подробных чертежах, подборе технологического оборудования, инструмента, оснастки и т. п., что позволяет сократить сроки изготовления изделия (детали). Благодаря этому в некоторых промышленных секторах использование металлических 3D-принтеров стало обыденностью, например протезирование в медицине (медицинские импланты и стоматологические коронки, мосты, протезы, и т.п.) и ювелирное дело.

Широкое распространение металлическая 3D-печать находит, в аэрокосмической промышленности (например, Ge-AvioAero в Италии — первая в мире полностью 3D-печатная фабрика, которая выпускает компоненты для реактивных двигателей LEAP).

Следующая отрасль, которая активно начала использовать 3D-принтеры по металлу – автопром. BMW, Audi, FCA уже серьезно рассматривают применение технологии в серийном производстве, а не только в прототипировании, где они используют 3D-печать уже многие годы. Промышленный гигант – Caterpillar сегодня использует 3D-принтеры по металлу для изготовления ряда деталей для производства карьерных самосвалов.

Преимущества 3D-печати металлами оценили производители велосипедных компонентов и рам применяют (производитель эксклюзивных велосипедов Triton изготавливает элемент титановой рамы с использованием 3D-печати металлом).

Наиболее прогрессивные технологии 3D-печати металлом: SLM (Selective Laser Melting); DMLS (Direct Metal Laser Sintering); EBM (Electron Beam Melting); DED (Direct Energy Deposition); EBAM (Electron Beam Additive Manufacturing).

SLM (Selective laser melting) – инновационная технология производства сложных изделий посредством лазерного плавления металлического порошка по математическим CAD-моделям. С помощью SLM создают как точные металлические детали для работы в составе узлов и агрегатов, так и неразборные конструкции, меняющие геометрию в процессе эксплуатации.

Области применения: изготовление функциональных деталей для работы в составе различных узлов и агрегатов; изготовление сложных конструкций, в том числе неразборных, меняющих в процессе эксплуатации геометрию, а также имеющих в своем составе множество элементов; производство формообразующих элементов пресс-форм для литья термопластов и легких материалов; изготовление технических прототипов для отработки конструкции изделий; создание формообразующих вставок для кокильного литья.

Процесс печати начинается с разделения цифровой 3D-модели изделия на слои толщиной от 20 до 100 мкм с целью создания 2D-изображения каждого слоя изделия. На основе полученных данных запускается производственный цикл построения, состоящий из множества циклов построения отдельных слоев изделия.

Типовые операции цикла построения: нанесение слоя порошка заданной толщины (20-100 мкм) на плиту построения, закрепленную на подогреваемой платформе построения; сканирование лучом лазера сечения слоя изделия; опускание платформы вглубь колодца построения на величину, соответствующую толщине слоя построения.

После построения изделие вместе с плитой извлекается из камеры SLM машины, после чего изделие отделяется от плиты механическим способом. От построенного изделия удаляются поддержки, производится финишная обработка построенного изделия.

SLM-технология трехмерной печати с использованием металлических порошков, сегодня является наиболее оптимальной для печати из металлов и сплавов на их основе с точки зрения прочностных свойств изделия, точности его геометрии и производственных издержек.

Студ. А.Д. Скворцов
Науч. рук. доц. М.Н. Пищов
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН ПУТЕМ ИХ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

В работе приведены результаты исследований кинетики изнашивания образцов из материалов наиболее часто используемых для изготовления различных деталей трансмиссии лесных машин, подверженных различным методам поверхностного упрочнения. Исследования образцов проводились в режиме полусухого трения с минимальным добавлением индустриального масла 20 для исключения явления задира. Испытывались образцы из конструкционных сталей 25ХГТ, 40Х и 45 прошедших улучшение с последующим поверхностным упрочнением методами борирования и боросилицирования по различным схемам. Для сравнения испытывались образцы из стали 25ХГТ, цементированные по заводской технологии и сталей 40Х и 45 из конструкционных сталей 25ХГТ, 40Х и 45, прошедшие предварительно улучшение и закалку ТВЧ. Температура борирования составляла 950°С, время – 2–4 часа. Боросилицирование осуществлялось при температуре насыщения 950°С, времени насыщения 2–4 часа.

При проведении исследований шероховатость контртела, выполненного из инструментальной быстрорежущей стали Р6М5 с твердостью НRC 64–66, поддерживалась постоянной в пределах Ra 1,25 в результате перешлифовки на заданную шероховатость. Для создания условий, способствующих более интенсивному износу, неровности выполнялись в направлении перпендикулярном движению образца.

Сравнительная оценка износостойкости упрочненных методами борирования, боросилицирования и цементированных по заводской технологии поверхностных слоев полученных на образцах из различных сталей проводилась по потере массы при пути трения между измерениями 10 км. Следует отметить, что полученные кривые износа (рис.1) в целом соответствуют общепринятым представлениям и зависимостям характерным для эксплуатации деталей, работающих в условиях интенсивного нагружения.

Для кривой износа, полученной при упрочнении методом цементации (традиционная технология при изготовлении зубчатых колес трансмиссии) характерно наличие трех основных участков, соответ-

ствующих основным стадиям развития процесса изнашивания и разрушения поверхностного слоя образца. На первом этапе (до 20 км пробега), соответствующем периоду приработки, наблюдается более интенсивное изнашивание с потерей массы около 50% за весь период испытаний.

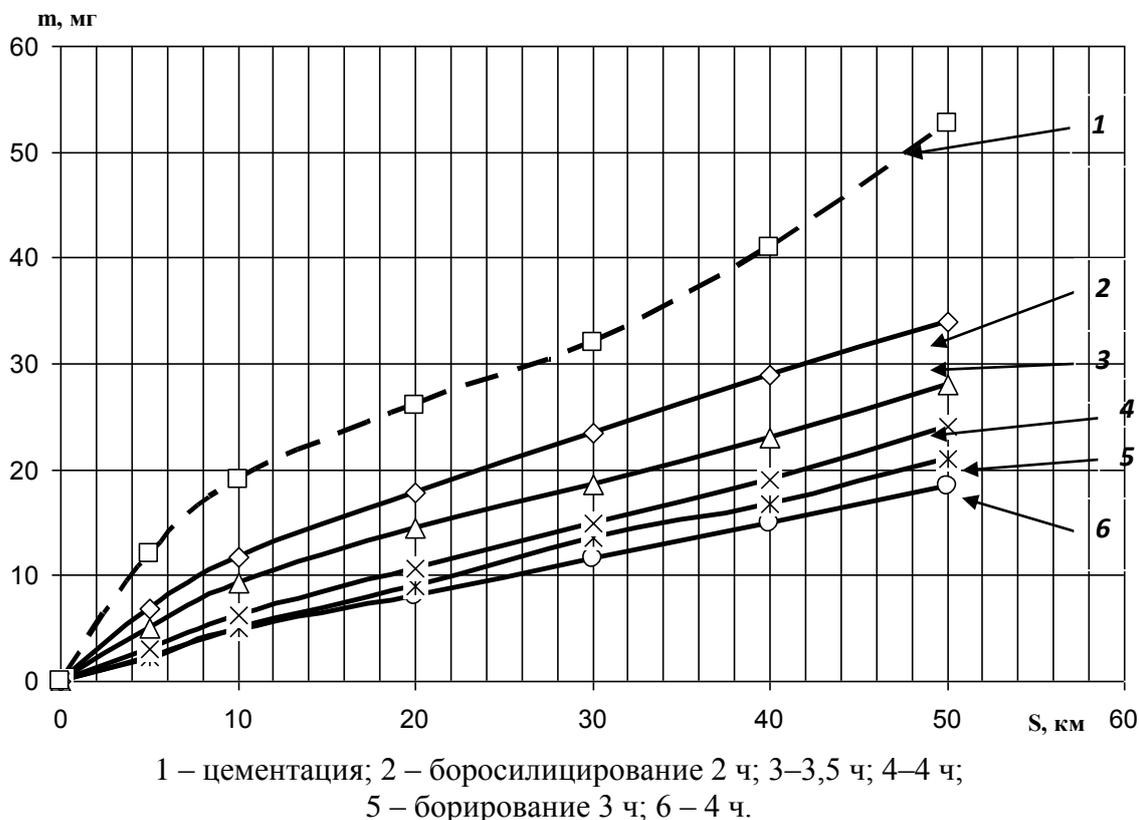


Рисунок – Изменение величины изнашивания образцов из стали 25ХГТ от пути трения при разных составах сред и времени насыщения (нагрузка 1,155 МПа)

В отличие от цементации, при упрочнении образцов боросилицированием интенсивность изнашивания на всем протяжении пути трения остается практически постоянной. При этом на некоторых участках пути трения наблюдается ее уменьшение, что вероятно связано со стабильностью поверхностной твердости и остаточных напряжений сжатия. Характер кривых изменения величины изнашивания исследованных образцов из конструкционных сталей 40Х и 45, аналогичен приведенным на рис. 1 для стали 25ХГТ при более высокой количественной оценке интенсивности износа.

ВЕБ-СЕРВИС "РАСЧЕТ ПОЛИКЛИНОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ"

Цель данной работы – создание веб-сервиса для расчёта поликлиноременной передачи и выгрузки его в Интернет.

Поликлиноременная передача широко применяется в приводах технологического оборудования. Получение качественной передачи невозможно без выполнения большого количества сложных математических расчетов, занимающих большое количество времени, что приводит к потере конкурентного преимущества. Методика расчетов изложена в [1].

Для решения данной задачи был разработан веб-сервис по выполнению расчетов поликлиноременной передачи. Сервис обладает рядом преимуществ: упрощение и ускорение расчётов; исключение вероятности возникновения ошибок; возможность получения доступа к выполнению расчётов из любой точки мира, где есть Internet; автоматизация расчётов, которые не требуют человеческого вмешательства.

Чтобы максимизировать производительность сервиса, все вычисления происходят без перегрузки страницы. Для создания веб-сервиса по расчетам поликлиноременных передач использовались следующие инструменты:

- HTML – язык гипертекстовой разметки.
- JavaScript – это интерпретируемый язык программирования. Данный язык может создавать конструкции, позволяющие реализовывать динамические изменения.
- PHP – скриптовый язык общего назначения, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. PHP позволяет изменять веб-страницу на сервере непосредственно перед тем, как она будет отправлена браузеру.
- AJAX – подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дулевич, А. Ф. Детали машин. Проектирование и расчет ременных передач и вариаторов : учеб.-метод. пособие для студентов инженерно-технических и химико-технологических специальностей / А. Ф. Дулевич, С. А. Осоко, А. Н. Никончук. – Минск : БГТУ, 2007. – 120 с.

ВЕБ-СЕРВИС «РАСЧЕТ ПЛОСКОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ»

Цель данного проекта состояла в создании веб-сервиса по расчету плоскоременных передач и выгрузка его на сервер.

Выполнение расчетов плоскоременной передачи является многовариантной задачей, при решении которой некоторые данные должны задаваться пользователем в зависимости от результатов предыдущих расчетов и принятых по их результатам значений. Исходя из вышеизложенного было принято решение создать веб-сервис по выполнению этих расчетов. Методика расчетов изложена в [1].

Принятое решение обладает следующими достоинствами:

- Быстрая скорость получения результатов;
- Исключение вероятности получения ошибок расчета;
- Возможность получения доступа к выполнению расчетов из любой точки мира, где есть Internet;
- Возможность использовать разработанное программное обеспечение при проведении практических занятий и выполнении курсового проекта.

Все вычисления происходят без перезагрузки страницы, что дает сервису максимальную производительность.

Для создания веб-сервиса использовались следующие инструменты: HTML – язык гипертекстовой разметки, с помощью которого создавался внешний вид страницы; JavaScript – мультипарадигменный язык программирования. Широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам; PHP – скриптовый язык общего назначения, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. С помощью данного языка производились все вычисления; AJAX – подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дулевич, А. Ф. Детали машин. Проектирование и расчет ременных передач и вариаторов : учеб.-метод. пособие для студентов инженерно-технических и химико-технологических специальностей / А. Ф. Дулевич, С. А. Осоко, А. Н. Никончук. – Минск : БГТУ, 2007. – 120 с.

ВЕБ-СЕРВИС «РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ»

У машин, механизмов и некоторых деталей взаимное расположение осей и поверхностей зависит обычно от большего числа сопрягаемых размеров. Определить допуски на все эти размеры сложно, чтобы решить эту задачу, используют размерный анализ. Установление рациональных допусков размеров, определяющих взаимное положение осей и поверхностей, не только обеспечивает взаимозаменяемость и облегчает процесс сборки, но, как правило, обуславливает и эксплуатационные качества машины. Большое значение имеет использование размерного анализа при ремонте машин, когда приходится восстанавливать первоначальное взаимное положение осей и поверхностей [1].

Разработанное программное обеспечение позволяет выполнить расчет линейных размерных цепей. При выполнении расчета помимо исходных данных (размеров и т. д.) пользователь должен задать метод достижения точности замыкающего звена (расчет на максимум-минимум или вероятностный расчет). При этом для расчета размерных цепей можно решать, как прямую, так и обратную задачи.

При разработке программного обеспечения использовались следующие технологии: HTML, CSS 3.0, PHP, JavaScript и AJAX:

- HTML – язык гипертекстовой разметки, с помощью которого создавался внешний вид страницы;
- JavaScript – мультипарадигменный язык программирования. Широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам;
- PHP – скриптовый язык общего назначения, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. С помощью данного языка производились все вычисления.
- AJAX – подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серый, И. С. Взаимозаменяемость. Стандартизация и технические измерения, – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 367 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

Студ. А.В. Яворский
Науч. рук. ассист. А.М. Лось
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

МАТЕРИАЛЫ И СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Выбор материалов и способов термической обработки зубчатых колес учитывает такие критерии как надежность, долговечность, масса и габаритные размеры передачи, а также требования технологии и экономии изготовления. Для изготовления зубчатых колес наиболее часто используют следующие материалы: сталь, чугун, бронза и латунь. Стали для зубчатых колес, подвергаемые термообработке до нарезания зубьев, имеют твердость 250 – 330 НВ единиц по Бринеллю.

Для общей термообработки колес при диаметрах до 200 мм применяют такие марки сталей, как 35Х, 40Х, 45Х, 30ХГТ, 5ХГМ, 38ХМ, а свыше 200 мм: 40ХН, 30ХГСА, 38ХГН, 40ХН2МА, 38ХН3МА. Последние марки обеспечивают более глубокую прокаливаемость и твердость в пределах от 260 до 331 единицы по Бринеллю.

При изготовлении литых зубчатых колес используют литые марки стали третьей группы (для особо ответственного назначения) по ГОСТ 977-75, наиболее часто применяют стали марок: 35Л, 40Л, 35ХМЛ, 5ХГСЛ. Широко используют поверхностное упрочнение ТВЧ зубьев и впадин зубьев колес из конструкционных сталей марок: 35, 40, 50, 40Х, 45Х, 38ХГН, 38ХМ, 38ХНМА. Поверхностное упрочнение ТВЧ дает значительную деформацию зубьев вследствие нагрева поверхности до высокой температуры. Шаговые и профильные отклонения бывают настолько значительны, что точность зацепления снижается на две степени, по сравнению с полученной после нарезания зубьев. Поскольку при закалке ТВЧ без последующей механической обработки снижается точность зубчатых колес – рекомендуется применять их при окружных скоростях не выше 8 м/с (при ширине венца $b = 0,25a_w$), а с большей шириной – при скорости не выше 5 м/с. Дальнейшее повышение окружной скорости приведет к шуму выше санитарных норм, высоким вибрациям и снижению срока работы.

При использовании после ТВЧ механической обработки (шлифовка, обработка лезвийным инструментом) рабочую окружную скорость можно увеличить. При динамических нагрузках (в экскаваторах, механизмах прокатных станов, в дробильно-размольном оборудовании) может иметь место разрушение зубьев, закаленных ТВЧ. В таких случаях рекомендуется снижать допускаемые напряжения по изгибной прочности на 20...30% по сравнению с общей термообработкой.

Цементационные стали. Цементация и последующая термическая закалка поверхности зубьев являются одними из основных методов химико-термической обработки металлов, которые дают возможность повышать контактно-усталостную прочность в 3...4 раза, по сравнению с общей термообработкой, и увеличивать изгибную прочность в 1,5 раза при получении поверхностей твердости 55...60 HRC и твердости сердцевины 10...45 HRC.

Нитроцементация повышает износоустойчивость поверхности зубьев на 20...30% по сравнению с цементацией и обладает высокой питтингоустойчивостью.

В соответствии с ГОСТ 4543-71 используются легированные конструкционные стали, воспринимающие цементацию: 12ХНЗА, 12Х2НЧА, 20ХНЗА, 20ХН2М, 20Х2НЧА, 18Х2НЧМА, 18Х2НЧВА.

Цементованные стали с содержанием углерода больше 0,2% обеспечивают большую усталостную прочность зубьев, чем стали с меньшим содержанием углерода.

При нитроцементации рекомендуются стали марок: 20ХНЗА, 25ХГМ, 30ХГТ.

Азотирование – эффективный метод упрочнения поверхностей деталей, работающих на трение, с полутрением поверхностной твердости 600...800 НV при глубине твердого слоя 0,2–0,8 мм. Азотирование поверхности зубьев зубчатых колес используется реже, чем цементация. Это объясняется тем, что при резкоударных длительных нагрузках азотированный слой металла отслаивается в виде тонкой пленки с толщиной, близкой к глубине твердого слоя.

При азотировании изделий применяют стали марок: 38Х2Ю, 38Х2МЮА, 40Х, 40ХФА. Для тяжело нагруженных деталей машин, работающих в условиях циклических изгибающих и контактных напряжений, применяют стали марок: 38ХНЗМА, 30ХЗМ, 38ХГМ.

Технологический процесс азотирования весьма длительный, так, например, для получения твердого слоя 0,8 мм требуется около 100 ч.

Глубину азотированного слоя на рабочей поверхности зубьев зубчатых колес принимают в зависимости от величины модуля.

Поверхностно-пластическое деформирование повышает контактную и изгибную выносливость зубьев зубчатых колес так же, как и при общей термической закалке, закалке ТВЧ, цементации и азотировании. Исследование и практика эксплуатации показывает, что зубчатые колеса с обкаткой роликами переходной кривой поверхности от профиля ко впадине зуба, закаленных ТВЧ по профилю и впадине при модуле $m = 26$ мм имеют двух-трехкратное увеличение изгибной долговечности.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХНОЖЕВОЙ ТОРЦОВО-КОНИЧЕСКОЙ ФРЕЗЫ

Целью данной работы является модернизация четырехножевой торцово-коническая фрезы.

Общие сведения

Четырехножевая торцово-коническая фреза (рис. 1) включает корпус 1, ножи 4, накладки 3, зачистной элемент 7, регулировочные и крепежные винты. Корпус сварной конструкции состоит из ступицы 5, фланца 8, обода 6 и спиц 1. Спицы расположены между фланцем и ободом и служат для установки ножей.

Крепят ножи прижимными планками и болтами.

На фрезе устанавливают ножи, имеющие три режущие кромки, одна из которых является нерабочей. Три режущих кромки обеспечивают симметрию ножей и позволяют использовать их на фрезях противоположного вращения.

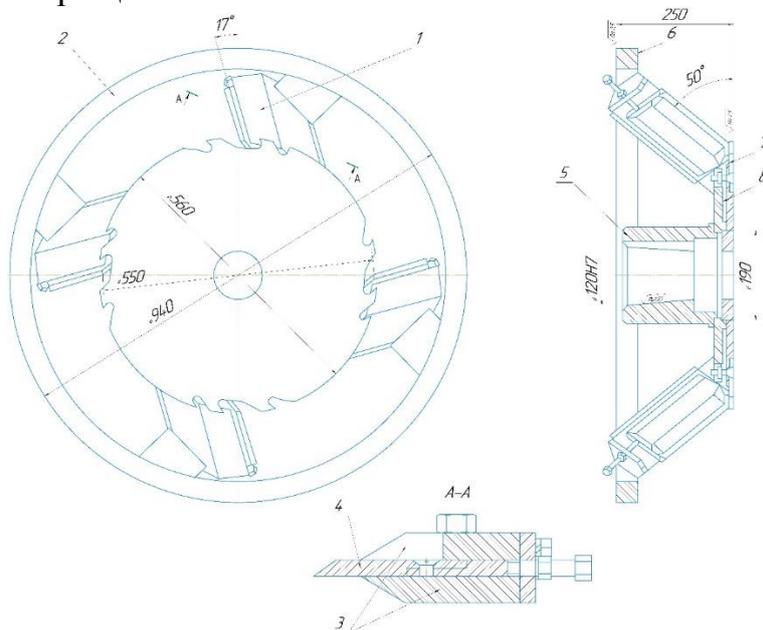


Рисунок 1 – Четырехножевая торцово-коническая фреза

Главную режущую кромку при установке на фрезе располагают по образующей конуса. Она срезает слой древесины с боковой поверхности бревна. Торцевую кромку располагают параллельно плоскости вращения фрезы. Зачистной элемент выполнен в виде пильного диска,

закрепленного на массивной шайбе, и установлен на торцевой поверхности фрезы. Диаметр пильного диска больше диаметра резания ножей в плоскости диска, поэтому первоначально формируется поверхность бруса за счет пропила, а затем надпиленная часть древесины перерабатывается в щепу.

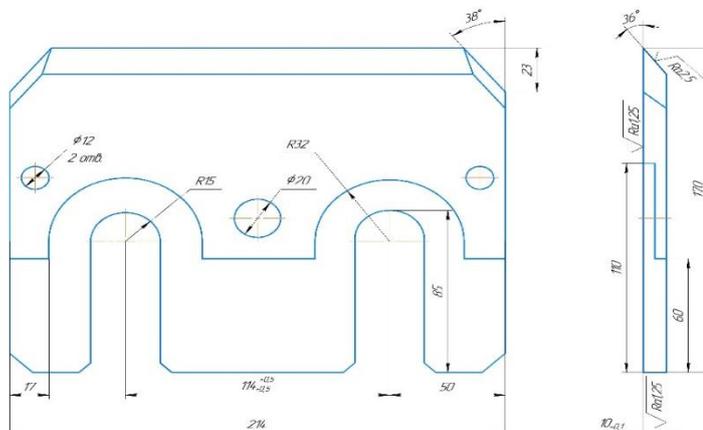


Рисунок 2 – Быстросъёмный нож

Достоинством данной фрезы являются: простота конструкции, малая трудоемкость изготовления и эксплуатации в сочетании с высоким качеством получаемой продукции. Данная конструкция быстросъемного ножа (рис. 2) позволит уменьшить экономические расходы на материал, уменьшить усилия затяжки болтов в креплении и позволит быстро и легко снимать его во время переточки, что увеличит производительность.

К **недостаткам** можно отнести: высокие энергетические затраты и пиковые значения сил резания, неравномерное затупление ножа по длине, геометрические параметры щепы регламентируются: длина – величиной подачи на нож, угол среза – наклоном режущей кромки ножа, ширина и толщина не регламентирована, – образуется произвольным делением снимаемого слоя за счет скалывающих усилий, действующих со стороны передней грани ножа, т.е. зависит от физико-механических свойств обрабатываемой древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борвиков, Е. М., Фефилов, Л. А., Шестаков, В. В. Лесопиление на агрегатном оборудовании. – М.: Лесная промышленность, 1985.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Лесопильные рамы остаются востребованным оборудованием на предприятиях лесоперерабатывающего комплекса Республики Беларусь. Основным недостатком лесопильных рам является возвратно поступательное движение пильной рамки, являющееся источником возмущающей силы, негативно действующей на механизмы оборудования и вызывающее существенные вибрационные нагрузки. Целью данной работы является определение и анализ нагрузок от сил инерции, действующих в лесопильных рамах.

Уравнение движения пильной рамки при отсчете от угла α от нижней мертвой точки [1].

$$x=r \cdot \left(1 - \cos\alpha - \frac{r}{2-l} \sin^2\alpha\right) \quad (1)$$

Скорость движения пильной рамки

$$V=V_0 \cdot \left(\sin\alpha - \frac{r}{2-l} \sin 2\alpha\right) \frac{d\alpha}{dt} \quad (2)$$

Ускорение определяется как производная скорости по времени

$$a=\frac{dV}{dt} = V_0 \cdot \left(\cos\alpha - \frac{r}{l} \cos 2\alpha\right) \frac{d\alpha}{dt} \quad (3)$$

Заменяя $\frac{d\alpha}{dt}$ через $\omega = \frac{V_0}{r}$, получим:

$$a= \frac{V_0^2}{r} \cdot \left(\cos\alpha - \frac{r}{l} \cos 2\alpha\right) \quad (4)$$

Силы инерции действующие в механизме резания

$$F_u = -m \cdot a, \quad (5)$$

где m – масса движущихся возвратно поступательных частей, кг;
 a – ускорение, м/с².

$$m = \frac{G}{g}, \quad (6)$$

где G – приведенный вес подвижных частей пильной рамки с пилами и шатуном, Н.

g – ускорение свободного падения. м/с².

Согласно [1] $G=3-4$ кН для легких лесопильных рам; $G=5-7$ кН для лесопильных рам средней мощности; $G=8-10$ кН для широкопроветных мощных лесопильных рам.

$$F_u = \frac{G}{g} \cdot \frac{V_0^2}{r} \cdot \left(\cos\alpha - \frac{r}{l} \cos 2\alpha\right) \quad (7)$$

По полученной зависимости (7) построим график (рис. 1).

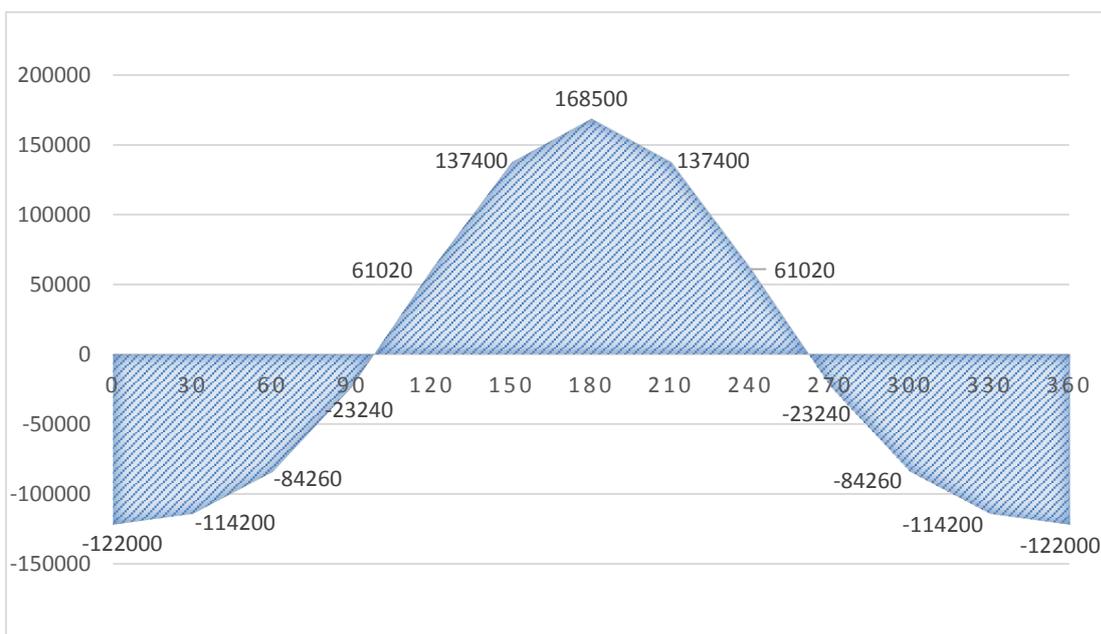


Рисунок 1 – График сил инерции

Из анализа графика следует, что силы инерции достигают существенной величины в верхней и нижней мертвых точках. Максимальное значение наблюдается в верхней мертвой точке. Поэтому ошибки в конструкции могут привести к срыву подшипников коренного вала именно в этом положении. Силы инерции очень разрушительны для лесопильных рам, особенно если их не уравновешивать. Поэтому для уменьшения сил инерции применяются маховики, противовесы и другие устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малахов, И. К. Расчет, конструирование, производство и эксплуатация лесопильных рам / И.К. Малахов – Москва: Лесная промышленность, 1965. – 440 С.

Студ. А.С. Астрейко
Науч. рук. доц. В.Т. Лукаш
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

АНАЛИЗ ТИПА, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ БЕЗОПАСНЫЙ УРОВЕНЬ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ДЕРЕВООБРАБА- ТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В результате исследования были разобраны понятия шума на производстве, звукового давления, шумового воздействия, разобраны вредные факторы физического воздействия на производстве.

Были исследованы методы и документы для осуществления нормирования шума на производстве. Показана структура профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь по нозологической классификации. Приведен удельный вес обследованных рабочих мест, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню факторов производственной среды.

Целью теоретических исследований являлся сравнительный анализ действующих ГОСТов, *СанПиНов* и соответствия их требованиям выпускаемого и ввозимого на территорию Республики Беларусь деревообрабатывающего оборудования и машин, связанных с подготовкой деревообрабатывающего инструмента.

Исследования показали, что после введения Санитарных нормам, правил и гигиенических нормативов, утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 ноября 2011 г. № 115. Количество рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам по шуму стало снижаться, что позволило уменьшить объём профзаболеваний, связанных с нейросенсорной тугоухостью.

Однако также было выявлено, что значительная часть производителей пренебрегает ГОСТами, не указывая шумовые характеристики в документах на оборудование (либо приводя значения, измененные их при работе на холостом ходу, без инструмента и т.п.) тем самым ставя под угрозу здоровье рабочих. Тем не менее действующими стандартами (ГОСТ 23941-2002. введен в РБ с 2003) установлено требование, указывать в технической документации шумовые характеристики машин. п. 3.5 ГОСТ 23941-2002 гласит «Производитель (поставщик) гарантирует значения шумовых характеристик, указанные в документах на машину или в договоре на поставку».

ПИЛА ДИСКОВАЯ С БЫСТРОСЪЕМНЫМИ РЕЖУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Технический прогресс в деревообрабатывающей промышленности, автоматизация и интенсификация технологических процессов, а также повышение качества и точности обработки древесных материалов предъявляют к режущему инструменту всё более высокие требования.

Современный дереворежущий инструмент должен обеспечивать требуемую производительность, точность и качество обработки, обладать высокой износостойкостью, надёжностью и долговечностью, быть удобным в подготовке к эксплуатации, обладать минимальным образованием шума.

Дисковые пилы – один из наиболее массовых видов дереворежущего инструмента. Широкое использование круглых пил с твердосплавными напайками в деревообрабатывающем производстве вызвано их высокой экономической эффективностью, высокой точностью и высоким качеством обработанной поверхности [1,2,3].

Целью данной работы является усовершенствование деревообрабатывающего инструмента (пилы дисковой), который должен в высокой степени отвечать современным требованиям производства. На рис. 1 представлена дисковая пила с быстросъемным режущим элементом.

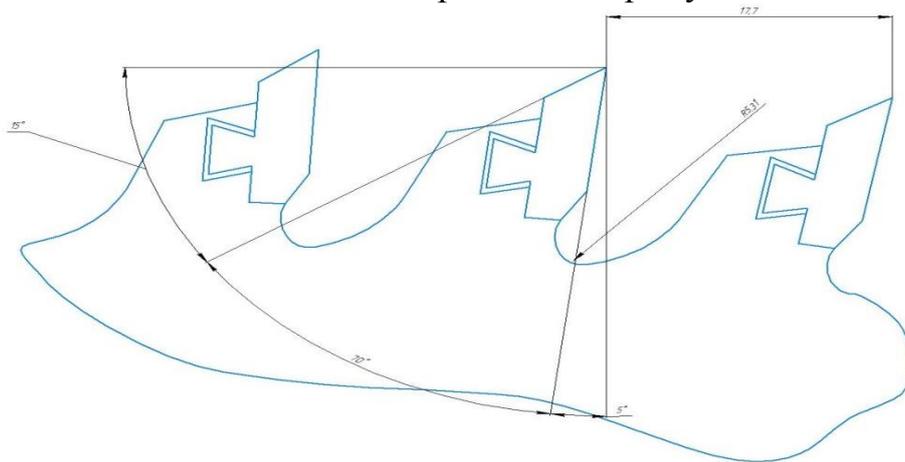


Рисунок 1 – Фрагмент дисковой пилы со вставными зубьями

Дисковая пила состоит из корпуса, быстросъемного зуба, который крепится к корпусу пилы с помощью соединения типа «ласточкин хвост».

Испытания дисковой пилы предлагается провести на примере базовой многопильной машины ЦДК5-3. Необходимость усовершенствования круглой пилы можно обосновать тем, что при данной конструкции зуба мы можем сократить время на восстановление режущей способности инструмента, тем самым увеличить производительность технологического оборудования.

Данная конструкция инструмента сократит время на замену, переточку зубьев, что позволит увеличить производительность оборудования. В качестве материала пластинок твердого сплава используем вольфрама-кобальтовые сплавы (ГОСТ 3882). Для оснащения дереворежущего инструмента наиболее перспективны мелкозернистые и особомелкозернистые сплавы. Инструменты, оснащенные твердым сплавом группы ВК, имеют твердость HRC 85-90 и не теряют режущей способности при нагревании до 800-900°С, что обеспечивает повышение стойкости в 20-50 раз, даже по сравнению с быстрорежущей сталью. Исходя из этого, применим материал пластинок ВК15.

Вывод. Предлагаемая конструкция пилы дисковой даст возможность экономить время на подготовку оборудования к эксплуатации и тем самым увеличить его производительность. Как и всякая инновационная разработка, данная конструкция инструмента имеет не только положительные стороны, но имеет и недостатки. Главным недостатком конструкции данного инструмента является более высокие требования к специалистам, ведущих подготовку инструмента к работе и повышенные требования квалификации рабочего и дорогостоящего оборудования для соблюдения допуска посадки режущего элемента и паза корпуса пилы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бавбель, И. И. Проектирование и производство дереворежущего инструмента: л.п. / И. И. Бавбель, А. А. Гришкевич – Минск.: БГТУ, 2009. – 148 С.
2. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия: ГОСТ 9769-79. – Введ. 24.09.79. – Москва: Министерство станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, 1982. – 15 С.
3. Раповец, В.В. Проектирование и производство дереворежущего инструмента и заточного оборудования: конспект лекций / В.В. Раповец; БГТУ – Минск, 2009. – 120 С.

2) метод расчета, базирующийся на использовании имеющихся результатов экспериментальных исследований.

Целью работы является разработка программного обеспечения, которое может при заданных параметрах резания автоматически рассчитывать мощность и силу (составляющие силы) резания, ожидаемую шероховатость поверхности при расчете конструкторской задачи. Скорость подачи материала, исходя из заданных параметров и ограничений по работоспособности и производительности инструмента и других параметров обработки – при решении технологической задачи. Или осуществляло расчет сочлененной конструкторско-технологической задачи. Блок-схема решения конструкторской или технологической задач представлена на рисунке 2.

Предлагается реализацию программного обеспечения производить на языке программирования «Python 3.8».

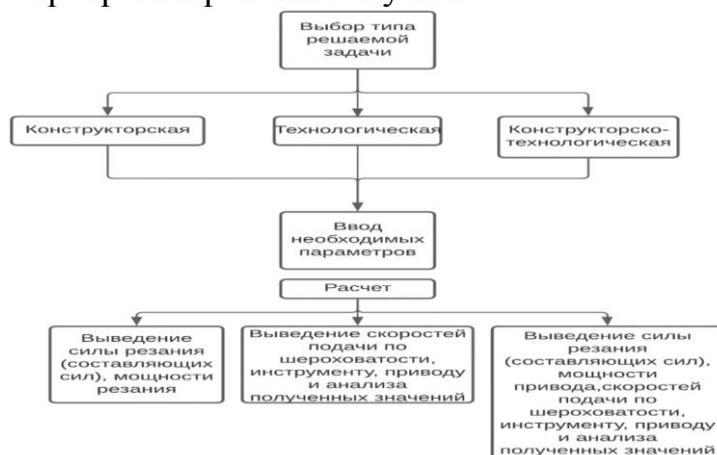


Рисунок 2 – Блок-схема решения задач

В дальнейшем данное программное обеспечение можно улучшить путем добавления модуля по *автоматическому построению графиков* скоростей подачи. Программное обеспечение позволяет решать эти задачи и для других процессов механической обработки (фрезерование, сверление, шлифование и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский, А. Л., Цветкова, Н. И. Резание древесины. – Мн.: Вышэйшая школа, 1975. – 304 С.
2. Глебов, И.Т. Справочник по резанию древесины / И.Т. Глебов, В.Г. Новоселов, Л.Г. Швам. – Екатеринбург: Уральская государственная лесотехническая академия, 1999. – 190 С.
3. Гришкевич, А. А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания / А. А. Гришкевич. – Минск: БГТУ, 2012. – 111 С.

Студ. А.Б. Жаврид
Науч. рук. доц. А.А. Гришкевич
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

КОНСТРУКТИВНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СВЕРЛИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В мебельной промышленности получили широкое распространение древесные плитные материалы. Их обработка и дальнейшее качественное изготовление мебели обуславливает инструмент. Качество обработки напрямую зависит от качества инструмента и установленных технологических режимов резания. В данной работе рассматривается техническая возможность получения требуемого качества отверстий в плитных материалах методом сверления.

При обработке материала сверлением (особенно ламинированных древесно-стружечных плит), на входе и выходе сверла из материала могут образовываться сколы и вырывы материала недопустимых размеров, которые делают продукцию неудовлетворительного качества (брак в изделии). Виды отверстий недопустимого качества показаны на рисунке 1 и 2.



Рисунок 1 – Дефекты обработки в виде сколов на входе сверла в материал



Рисунок 2 – Дефекты обработки в виде сколов на выходе сверла из отверстия

На рисунке 3б представлено сверло винтовое цельное (базовое), наиболее часто используемое в производстве. В процессе обработки древесных материалов инструмент может взаимодействовать с инородными включениями, которые находятся в материале (песок, металл и

др.). Поэтому лезвие инструмента может деформироваться или частично разрушиться. Если это случается с цельным сверлом, то оно становится полностью непригодным к дальнейшей эксплуатации.

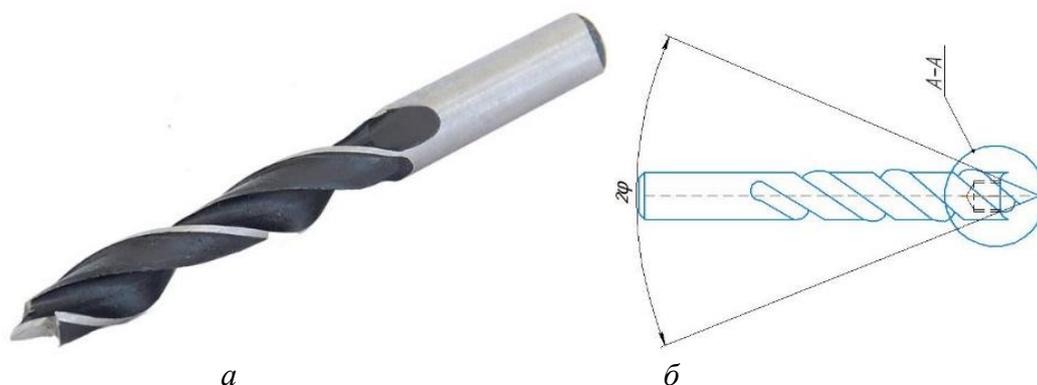


Рисунок 3 – Сверло винтовое
a – цельное; *б* – сборное

Одним из главных преимуществ, предлагаемого сверла, является его разъемное соединение с основной частью, которое с помощью винтового соединения крепится к торцевой части сверла (рисунок 3б).

Суть совершенствования сверлильного инструмента состоит в следующем. Элемент 2, выполнен в виде конуса с углом при вершине 2φ , который резьбой 3 вкручивается в корпус сверла и совпадает с его винтовой канавкой. При работе конический элемент врезается в материал, формируя начальный диаметр и внутреннюю поверхность (нам неважно качество внутренней поверхности материала). Далее вступают в резание 2 подрезных элемента 1.1 и 1.2, которые как раз и формируют то качество поверхности кромок отверстия, которое нам нужно. В данной конструкции сверла используется метод развертки. Сначала сверлится малый диаметр, который является начальным, далее больший диаметр (основной). Начальный диаметр отличается от основного на 2-4 мм.

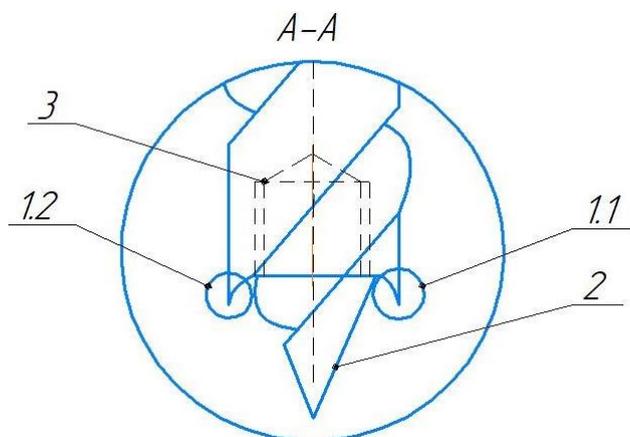


Рисунок 4 – Сборная режущая часть Вид А рисунка 3б

На рисунке 5 представлена схема получаемого отверстия.

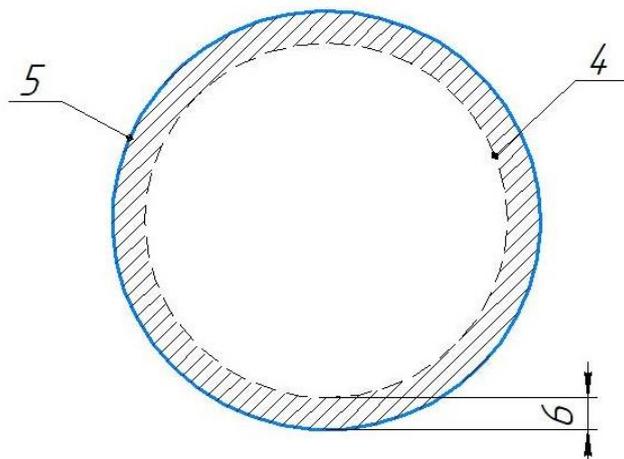


Рисунок 5 – Схема получаемого отверстия

Позиция 4 – это начальный диаметр, который сформирован конусным элементом 2, позиция 5 – это основной диаметр который сформирован благодаря подрезным элементам 1.1 и 1.2. Позиция 6 – это толщина переходного диаметра, которая образовывается в момент перехода с конусного элемента на подрезные.

Вывод. Исходя из представленного материала следует, что при сверлении ламинированных плитных материалов целесообразно использовать винтовые сверла, работающих по принципу развертки. При этом требуется, что бы при переходе с начального диаметра на основной диаметр должны быть подрезные элементы, которые будут формировать качественную поверхность кромок отверстий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов, В. Г. Дереворежущий инструмент: Справочник / В.Г Морозов. – М.: Лесная промышленность, 1988.
2. Бершадский, А. Л., Цветкова, Н. И.: Резание древесины, 1975.
3. Гришкевич, А. А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания, 2012.

Студ. Д.С. Сулжиц
Науч. рук. доц. А.А. Гришкевич
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА УМЕНЬШАЮЩЕГО МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ

Обработка древесины методом фрезерования является распространенным видом механической обработки в мебельном, домостроительном и других производствах. Конструктивное совершенствование фрезерного инструмента, как в прочем и другого деревообрабатывающего, в основном связано с ресурсосбережением. Это экономия инструментальных материалов, расходуемой электроэнергии на сам процесс резания, ресурс времени при эксплуатации оборудования. При этом качество обработанной поверхности должно всегда соответствовать установленным требованиям (не лучше и не хуже). Важное значение в решении вышеперечисленных задач связано с конструкцией дереворежущего инструмента и режимами его эксплуатации. Фрезерный инструмент, который наиболее часто используется в деревообработке, представлен на рисунке 1 и 2.



Рисунок 1 – Фреза цельная



Рисунок 2 – Фреза сборная

Недостатком цельного инструмента является невозможность его восстановления в случае аварийного разрушения лезвия при взаимодействии с инородными включениями в материале, а также существенное увеличение цены изделия при увеличении периода стойкости [1,2]. Сборный инструмент исключает перечисленные недостатки цельного, однако при всех существующих на настоящее время конструкциях, требует постоянного совершенствования. На представленном рисунке 2 фреза имеет недостаток, выражающийся в том, что нож является сплошным на всей ширине фрезы, а также клиновое крепление ножа связано с достаточно большой трудоемкостью при его замене. Это конструктивное несовершенство частично устраняется предлагаемая новая конструкция фрезы сборной,

обеспечивающая уменьшение мощности на резание и быструю смену ножей [3]. Её вид представлен на рис. 3. Основные конструктивные детали инструмента: 1 – корпус, 2 – пластина для крепления ножей, 3 – ножи одноразового использования.

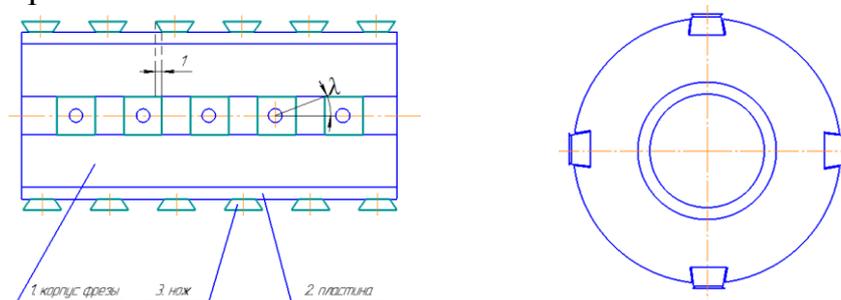


Рисунок 3 – Фреза сборная с быстро заменяемыми ножами

Суть предлагаемой конструкции состоит в следующем. Ножи 3 с помощью винтов крепятся к пластине 2. Причем они могут быть повернуты на некоторый осевой угол λ , что обеспечит уменьшение мощности на фрезерование материала. Ножи, длина которых может быть различной, смещены относительно ножей предыдущей пластины на расстояние приблизительно один миллиметр меньше своей длины. Это смещение ножей, а также осевой угол, обеспечат уменьшение ударных нагрузок при взаимодействии ножа с материалом в процессе резания и мощность резания. Недостатком данной конструкции является некоторое ухудшение качества получаемой поверхности. Однако это может быть устранено увеличением частоты вращения инструмента, или уменьшением скорости подачи (что не желательно), или увеличением количества установленных пластин на корпусе фрезы.

Выводы. Исходя из проведенного анализа предлагаемой новой конструкции фрезы, можно сделать следующие выводы: а) уменьшенное энергопотребление при резании могут обеспечить осевой угол λ и смещение ножей относительно пластин. б) увеличение производительности оборудования, можно получить за счет быстрой смены ножей, даже не снимая фрезу со шпинделя станка. в) недостатки в конструкции можно устранить технологическими режимами при эксплуатации инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов, В. Г. Дереворежущий инструмент: Справочник / В.Г Морозов. – М.: Лесная промышленность, 1988.
2. Бершадский, А. Л., Цветкова, Н. И. Резание древесины, 1975.
3. Гришкевич, А. А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания, 2012.

Студ. Ю.В. Сокульский
Науч. рук. доц. В.Т. Лукаш
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ДЕРЕВО- ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Область слышимых звуков ограничена двумя кривыми: нижняя кривая определяет порог слышимости, т.е. силу едва слышимых звуков различной частоты, верхняя – порог болевого ощущения, т.е. такую силу звука, при которой нормальное слуховое ощущение переходит в болезненное раздражение органов слуха. Любой нежелательный для человека звук является шумом. Шум оказывает неблагоприятное влияние на организм человека: является помехой для работы центральной нервной системы человека, увеличивает напряжение физиологических функций в процессе труда, способствует развитию утомления и снижает работоспособность организма. Поэтому одной из главных целей организации производственного процесса является уменьшение шума. Цель данной работы – анализ основных причин возникновения производственного шума и способов их устранения. На деревообрабатывающем производстве выполняются большое количество различных технологических операций. Именно поэтому и возникают различного рода механические шумы [1]. Основными способами устранения этой проблемы являются: использование оборудования, производящего шум меньшего уровня; размещение технологического и вспомогательного оборудования в отдельном помещении; установка звукоизолирующих кожухов; рациональная планировка помещений; установка акустических экранов; устройство вибропоглощающих покрытий; выделение приводного оборудования в отдельное помещение и т.д. [2] Учитывая все факторы появления шума и возможные методы его уменьшения на производстве, можно сделать вывод о том, что достичь такого уровня шума, который не будет доставлять дискомфорт работающему персоналу возможно. Следовательно, это не навредит организму рабочего и не отразится на производительности производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амалицкий, В. В. Станки и инструменты лесопильного и деревообрабатывающего производства / В.В. Амалицкий. – М.: Лесная промышленность, 1985. – 288 С.
2. Борьба с шумом на производстве : Справочник/ Под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 С.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕБЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Сегодня, в условиях непростой рыночной ситуации, качество мебели становится одним из ключевых критериев в конкурентной борьбе отечественных производителей. Качество должно проявляться на всех этапах производства и поставки мебели. Кроме этого, на эффективность работы мебельного предприятия в целом влияет и организация работы с заказчиком, и срок выполнения заказа, и много других вещей – все это укрепляет или ослабляет позиции компании в конкурентной борьбе. Максимальное использование специальных программ для мебельной отрасли и повышение уровня автоматизации производства позволяет снизить влияние человеческого фактора, сократить время исполнения заказа от дизайн-проекта до сборки готовой продукции и в общем повысить эффективность работы мебельной компании, а значит, и ее конкурентоспособность.

Современное мебельное производство – это огромный механизм, в котором связаны воедино множество факторов. Способы повышения производительности мебельных производств:

1) системно-структурного анализа; 2) абстрактно-логический; 3) монографический; 4) метод причинно-следственных зависимостей.

Производительность труда на мебельном производстве – эффективность деятельности людей в процессе создания материальных благ и услуг; представляет собой количественное соотношение объема полученного продукта к труду, затраченному на его изготовление.

На производительность труда на мебельном производстве влияют следующие основные факторы:

- квалификация работников;
- уровень развития науки и технологического применения ее достижений;
- специализация, кооперирование и масштабы производства; эффективность использования технических средств;
- социальное развитие коллектива; структура выпускаемой продукции; природные условия.

Оценка факторов повышения производительности труда направлена на выявление резервов ее роста, т. е. реальных возможностей бо-

лее полного использования производительной силы для сокращения затрат труда на единицу продукции путем совершенствования техники и технологии, улучшения организации производства и управления.

От уровня производительности труда на мебельном производстве зависят объем выпускаемой продукции, численность персонала и его заработная плата, доход предприятия и другие важнейшие показатели.

Основные направления роста производительности труда на мебельном предприятии следующие:

- снижение трудоемкости продукции (совершенствование продукции и технологии ее производства, рост технической вооруженности труда и широкое применение передовых методов работы, опыт новаторов);

- повышение квалификации кадров, их рациональное использование (улучшение кадрового состава и создание стабильных трудовых коллективов, развитие бригадной формы организации труда и проведение аттестации рабочих мест, совершенствование структуры работающих);

- улучшение использования рабочего времени (ликвидация прогулов, опозданий и других форм нарушений трудовой дисциплины, устранение потерь рабочего времени из-за плохой организации труда и производства, сокращение непроизводительных затрат труда).

Наибольший рост производительности труда достигается за счет повышения технического уровня производства: внедрения новой техники и прогрессивной технологии; механизации, автоматизации и компьютеризации производства; использования современных материалов, новых видов сырья, топлива. Кроме этого, успешная работа мебельного производства во многом зависит от умения руководства принимать правильные стратегические решения. Это касается и программного обеспечения, и станочного оборудования, и кадровой политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная система автоматизации проектирования, технологической подготовки производства и реализации корпусной мебели [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://bazissoft.ru> (дата обращения: 12.10.2017 г.).

2. Бунаков П.Ю., Каскевич Н.В. Новые технологии автоматизированного раскроя материалов для мебельного производства. – Коломна: ГОСГИ, 2010. – 170 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОТДЕЛКЕ МЕБЕЛИ В 2020–2021 ГОДАХ

В настоящее время в дизайне интерьера и мебели доминирующую позицию занял индустриальный стиль. Он отличается от стиля лофт тем, что в нем отсутствуют промышленные элементы, кирпичные стены, балки и трубы, а лейтмотивом интерьера становится сдержанная цветовая гамма, лаконичные формы и натуральные материалы, такие как дерево, металл и камень [1].

Предпочтение отдается плоским фасадам безрамочной конструкции и монохромным покрытиям, которые не нарушают равновесие интерьера, а как бы растворяются в общей обстановке. Часто используются скрытые ручки. Самый популярный цвет покрытий фасадов серый и все его оттенки. Эти сдержанные нейтральные тона являются прекрасным фоном, на котором выгодно смотрятся стальные и деревянные элементы декора.

Безусловным фаворитом дизайнеров стал глубокий графитовый оттенок в матовом исполнении [2].

Можно отметить, что в 2020-2021 годах высокоглянцевая отделка потеряет свою актуальность. Производители все больше отдадут предпочтение покрытиям с низкой степенью блеска: от шелковистого до глубокого матового. Исключением является светло-серый и белый цвет. Они по-прежнему будут использоваться в качестве основного глянцевого покрытия.

На пике популярности находится покрытие soft-touch, краски с эффектом грифельной доски. Под влиянием индустриального стиля в тренде сейчас покрытия, имитирующие бетон, металл и камень. Такие покрытия должны выглядеть максимально естественно, но это не означает отказ от выраженного рельефа.

Однозначно немодными признаны такие покрытия, как краколет, жемчуг, перламутр и хамелеон. Относительно редко на плитных фасадах можно увидеть патинирование.

Брутальность индустриального стиля легко смягчить за счет комбинации холодных серых однотонных поверхностей с теплотой натуральной древесины. Такое сочетание позволяет с одной стороны обеспечить высокую функциональность фасадных поверхностей, а с другой подчеркнуть текстуру дерева.

Иными трендовыми цветами в 2020-2021 годах являются сложные и насыщенные оттенки зеленого, синего, малинового. Также по-прежнему актуальны пастельные тона, особенно пыльный серо-голубой, пепельно-розовый. Популярно использование цветового контраста, причем контрастная яркая поверхность как бы невзначай выглядит из-за основных элементов конструкции окрашенных матовой краской нейтрального цвета или облицованных материалом с текстурой древесины. Самыми популярными контрастными акцентами, несомненно, являются желтый, голубой и малиновый цвет.

Дизайн мебели из массива всегда отличался большой консервативностью. Однако развитие технологии производства новых лакокрасочных материалов, а также общие тенденции моды все больше и больше разрушают этот стереотип. Среднестатистический покупатель массивной мебели сегодня это, как правило, человек с высоким уровнем достатка, осознанный ценитель этого природного материала, его экологичности, теплоты, уникальности и разнообразия текстуры. Такие характеристики целевого потребителя определяют основные тенденции в отделке поверхности. На пике популярности тонкие прозрачные покрытия [3].

Предпочтение отдается лакокрасочным материалам, обеспечивающим получение тонких прозрачных покрытий с ненавязчивым шелковистым блеском, напоминающим блеск полированной древесины или поверхности, обработанной натуральными маслами. Такой эффект достигается применением специальных матовых лаков, не изменяющих цвет древесины, незаметных визуально и на ощупь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модные тенденции в цветах мебели в 2020 году [Электронный ресурс] / – 05.02.2020. – Режим доступа: <https://vmebel24.ru/shopblog/modnye-tsveta-mebeli>. Дата доступа: 12.03.2021.

2. Главные цвета 2020 года по версии дизайнеров интерьера [Электронный ресурс] / – 23.05.2020. – Режим доступа: <https://www.elledecoration.ru/how-to/trends/glavnye-cveta-2020-goda-po-versii-dizainerov-interera-id6848405/>. Дата доступа: 20.03.2021.

3. Модные тенденции дизайна интерьеров в 2021 году [Электронный ресурс] / – 15.02.2021. – Режим доступа: <https://www.kp.ru/putevoditel/dom/dizajn/> Дата доступа: 28.03.2021.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ПИГМЕНТИРОВАННЫХ И ПРОЗРАЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Лакокрасочная сфера постоянно развивается, предлагая высокотехнологичные и экономичные лакокрасочные материалы (ЛКМ), внедряет инновации. Достойное место заняли материалы ультрафиолетового (УФ) отверждения. Полученное с их помощью покрытие обладает великолепными декоративными свойствами, отличной прочностью и износостойкостью.

УФ-отверждение – это процесс облучения ЛКМ, в состав которого входит фотоинициатор, который распадается на реакционноспособные радикалы при воздействии интенсивного УФ-излучения с длиной волны 300–400 нм. В УФ материалах связующее это фотополимеризующая композиция, которая не испаряется, как растворители обычных ЛКМ, а полимеризуется, превращаясь в твёрдую пленку в ходе химической реакции, инициированной излучением и специальным компонентом фотоинициатором [1].

За отверждение прозрачных и пигментированных покрытий отвечают различные типы ламп и их комбинации. Тип ламп зависит от вида лакокрасочного материала, способа нанесения и требования конечного качества покрытий. Спектр излучения лампы должен совпадать с диапазоном чувствительности фотоинициаторов, входящих в состав ЛКМ и не совпадать с диапазоном чувствительности пигментов.

Основными источниками УФ-излучения для отверждения лакокрасочных покрытий являются: 1) люминесцентные лампы низкого давления; 2) ртутные и галлиевые лампы высокого давления.

Линия нанесения органорастворимых УФ-материалов методом налива или распыления обычно включает в себя следующие узлы: щеточный станок; участок нанесения ЛКМ; туннель предварительной выдержки; туннель с УФ-лампами низкого давления; туннель с УФ-лампами высокого давления.

Технологический процесс создания защитно-декоративного покрытия на деталях изделия ЛКМ УФ-отверждения происходит следующим образом.

С загрузочного конвейера заготовка поступает в щеточный станок для удаления пыли. Очистка заготовки производится с помощью

щеточных валов и соплового обдува воздухом, а ионизирующая планка в станке препятствует налипанию пыли на заготовку. Затем деталь проходит через установку автоматического распыления, где наносится слой жидкого ЛКМ.

После деталь поступает в туннель сушки горячим воздухом и с УФ–лампами низкого давления. В туннеле деталь предварительно обдувается в течение 3–5 минут воздухом, нагретым до температуры 30–35 °С. За это время органический растворитель, входящий в состав ЛКМ, испаряется, а материал равномерно растекается и выравнивается по поверхности.

После выдержки деталь попадает под ТЛ лампы низкого давления разных типов. Для подготовки к отверждению прозрачных ЛКМ применяются, как правило, лампы TL05 или TL10. Так как распределения светового потока в данных лампах лежит в диапазоне длин волн 350–380 нанометров. А для пигментированных покрытий лампы используются лампы типа TL03 с пиком излучения на длине волны 420 нанометров. В туннеле деталь находится 1–1,5 минуты. За это время происходит процесс подготовки лакокрасочного покрытия к качественному отверждению, происходит предварительное гелеобразование, увеличивается поверхностное натяжение лакокрасочной пленки, улучшается адгезия.

После выдержки под лампами низкого давления деталь попадает в УФ сушильную камеру с блоком ламп высокого давления. Для полного отверждения прозрачных покрытий применяются ртутные лампы с длиной волны 366 нанометров. В зависимости от скорости линии и используемого фотоинициатора требуется одна или две такие лампы.

Для отверждения пигментированных покрытий применяется одна галлиевая лампа с длиной волны 410–420 нанометров, так как этот спектр не совпадает с диапазоном чувствительности пигментов и проходит сквозь них, отверждая нижний слой покрытия, одна или две ртутные лампы с длиной волны 366 нанометров отверждают верхний слой покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / kraski-laki-gruntovka. – Режим доступа: <https://kraski-laki-gruntovka.ru/States/UF-otverzhdaemye-lakokrasochnye-materialy..htm>– Дата доступа: 10.03.2021.

Студ. А. И. Воротницкая
Науч. рук. доц. Л.В. Игнатович
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Деревообработка занимает одну из самых выгодных стартовых позиций в белорусской экономике. Лесное хозяйство полностью обеспечивает отрасль необходимым сырьем, а деревообработка является лидером в плане структурных преобразований и внедряемых технологических инноваций, в нее активно вкладываются частные инвестиции. Доля деревообрабатывающей промышленности Беларуси составляет около 2% в структуре промышленного производства. Деревообрабатывающая промышленность делится на лесопильную, производство стандартных домов и строительных деталей из дерева, фанерную, мебельную, производство спичек. Осуществляется обработка и переработка древесины, выпуск материалов лесопиления, мебели, ДВП и ДСП, паркета, фанеры и т. п.

В РБ осуществляется производство пиломатериалов, профильного погонажа, древесностружечных и древесноволокнистых (в том числе изоляционных) плит. Выпускается экологически чистый конструкционный материал – мебельный щит. Функционируют современные производства различных видов фанеры. На предприятиях концерна «Беллесбумпром» выпускаются также дома из профилированного бруса, каркасно-щитовые дома, дверные и оконные блоки, паркет и ламинированные напольные покрытия. Ряд деревообрабатывающих предприятий выпускают и мебель из собственного сырья и материалов (древесные плиты, массив, фанера). В целом ассортимент выпускаемой продукции предприятий концерна после модернизации (2007-2015 гг.) значительно расширился, и сегодня охватывает более 80 видов. Практически вся номенклатура товаров является как импортозамещающей, так и экспортоориентированной. Обеспечивается высокоэффективное использование сырья за счет глубины переработки и применения безотходных технологий. Отходы производства задействованы в энергетике. Построены собственные энерго- и теплоисточники, созданы производства по выпуску щепы, топливных гранул и брикетов, что позволяет вовлечь в систему переработки практически весь объем низкосортного сырья [1].

Основные виды деревообрабатывающей промышленности, которые представляют интерес многих стран, являются ДВП, ДСтП, деловой круглый лес, фанера и древесные пеллеты.

Спрос на пеллеты растет, так они лучше подходят на роль древесного топлива. Значительный интерес представляет рынок Великобритании, они импортируют топливные гранулы на сумму около 4 млрд. долл. В Беларуси построены новые предприятия по производству пеллет в Борисовском и Кличевском районе, в Житковичах. Основную часть продукции экспортируют в Польшу, Италию, Германию. Ежегодный объем потребления пеллет в мире превышает 40 млн т. При этом, по оценкам экспертов, с каждым годом этот показатель увеличивается примерно на 1,5 млн т. В списке перспективных и страны Азии. К примеру, Япония заявила о намерении увеличить к 2030 году объемы потребления пеллет в 10 раз (до 20 млн. т) [2, 3].

Можно сделать вывод, что производство продукции из древесины растет. Объемы производства выросли в 1,6 раз. Значительную роль здесь сыграло строительство новых предприятий и модернизация старых. Выросла рентабельность продукции, увеличился удельный вес деревообрабатывающей промышленности в общем объеме промышленного производства. Вырос экспорт продукции глубокой обработки, что достигнуто благодаря запрету на экспорт круглого леса. Основной упор предприятия деревообрабатывающей промышленности делают на экспорт пиломатериалов и листовой продукции. Также интерес зарубежных потребителей представлен на развивающемся рынке пеллет. Рост экспорта достигнут также благодаря росту продаж именно на рынках дальнего зарубежья, в частности стран Европы. Именно в этом направлении планируется наращивать экспорт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деревообрабатывающая промышленность Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://belarusfacts.by> – Дата доступа: 26.11.2020
2. Экспорт пиломатериалов Минлесхоза [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.belta.by> – Дата доступа: 01.12.2020
3. Экспорт лесопроductии Минлесхоза. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mlh.gov.by> – Дата доступа: 01.12.2020

ФУРНИТУРА ДЛЯ ШКАФОВ

Мебельная фурнитура для шкафов представляет собой разнообразные виды изделий различных размеров, формы, цвета, материалов и т. д. Она делится на разъемную, соединительную, и подвижную. Также к фурнитуре относят комплектующие и декоративные элементы. Рассматривая разъемную фурнитуру выделяют такие изделия, которые в свою очередь делят на еще две группы: лицевые и скрытые.

За лицевую фурнитуру можно принять детали, которые остаются заметными или бросаются в глаза: ручки, накладные замки, кромочные ленты, опоры. Ручки изготавливаются из различных материалов, разных стилевых решений и цветов. Замки или защелки блокируют двери шкафа. Замки используют накладные и врезные. Кромочные ленты помогают в преобразовании кромочных частей изделия, опоры способствуют быть изделию устойчивым и установленным ровно. К скрытым разъемным частям изделия относятся петли, которые соединяют дверцу с боковыми стенками шкафа. Различают большое количество видов петель, делящихся по положениям дверцы, по материалам фасадов и корпусов, по способу монтажа, по диаметру чашки и т. д. Они позволяют регулировать положение дверей по высоте, глубине и ширине [1]. Кроме того, высоким спросом пользуются системы раздвижные дверей Сенатор (Senator) и Командор (Komandor). Командор – это гнутый стальной профиль, а Сенатор – литой алюминиевый профиль. Профиль Сенатор дороже, но при его использовании двери будут более устойчивы. Немаловажное значение для дизайна таких дверей имеет выбор стекол типа лакопат или лакобель. Лакопат представляет собой специальную стеклянную поверхность, которая производится по особой технологии. Данное стекло имеет матовую поверхность, что достигается за счет особой предварительной обработки кислотой. Лакобель представляет собой прочную поверхность из флоат-стекла листового вида. Данный материал изготавливается путем проведения термического формирования на металлическом расплаве.

Подвижная фурнитура – части фурнитуры, применяющиеся для предметов мебели, конструктивные элементы которых: выдвигаются, задвигаются, опускаются, поднимаются и откидываются. К ней относят: кронштейны, газлифты, пантографы, роликовые, шариковые и телескопические направляющие, ролики и раздвижные системы. Для

установки полок применяют полкодержатели. Есть вставные полкодержатели, с вакуумной присоской из ПВХ и других конструкций [2].

К комплектующим можно отнести доводчики, рельсы, накладки для маскировки рельс, крепления, вешалки, держатели, подвесные системы, корзины, полки, ящики, органайзеры, ленты, различные механизмы, стопоры, пантографы, штанги, вешалки и т.д. Доводчики обеспечивают плавное закрывание ящиков. Открывание осуществляется после легкого нажатия на фасад.

Для оборудования кухонной мебели предлагается большой ассортимент проволочных корзин и полок полного выдвижения, навесных и поворотных. В шкафах в качестве опор используются вертикальные проходные опорные стенки, опорные коробки, также применяют ножки. Некоторые ножки можно регулировать по высоте.

Существуют различные крепежные элементы, трубы, системы соединительных труб, панелей и стекла.

Декоративные элементы очень часто применяют для придания мебели красоты и приятного внешнего вида. Погонажные изделия разнообразны: металлические, деревянные, кожаные.

Для шкафов применяют такие декоративные элементы деталей как: раскладки, филенки, фаски, галтели, калевки и т.д.

Архитектурные элементы, используемые в шкафах разнообразны. Например, арки, аркатуры, балюстрады, подзоры, карнизы, ионики и множество других элементов [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что фурнитурой являются разнообразные элементы, состоящие из различных материалов, имеющие различные формы, размеры и цвета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор фурнитуры для шкафа, на что обратить внимание. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mblx.ru/komplektuyushhie/527-furnitura-dlya-shkafov.html> – Дата доступа: 20.04.2020.

2. Барташевич А.А. Конструирование мебели и столярных изделий: учеб. пособие / А.А. Барташевич. – Минск: РИПО, 2015. – 276 с.

3. Разновидности фурнитуры для шкафов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mebel-sovet.ru/furnitura-i-komplektuyushhie/243-furnitura-dlya-shkafov> – Дата доступа: 15.06.2019.

МЕБЕЛЬ СВОИМИ РУКАМИ

Некоторые современные предметы интерьера имеют высокую стоимость, но не слишком высокое качество. Это приводит к тому, что многие люди задумываются о том, чтобы сделать мебель своими руками в домашних условиях, для чего могут использоваться разные материалы.

Выбор материалов зависит от того, какая именно конструкция должна получиться, сколько средств планируется затратить на эти цели, а также с какими материалами удобно и комфортно работать владельцу [1].

Изготовление разных предметов интерьера непременно начинается с определенных предварительных этапов:

1. Выбирается конкретная мебель.
2. Далее формируются чертежи и схемы, на основании которых изготавливается предмет интерьера.
3. Подготовка материалов и инструментов, необходимых для создания конкретной мебели. Для производства мебели в домашних условиях потребуются следующие инструменты: набор отверток и ключей; набор сверл; строительный карандаш; средства для обработки поверхностей (наждачная бумага); дрель; шуруповёрт; электрический лобзик; ручная циркулярная пила; кондуктор.

Мебельные кондукторы широко распространены и имеют хорошие эксплуатационные качества. Он позволяет быстро и с предельной точностью создавать технологические отверстия без предварительного нанесения разметки. Эти приспособления являются незаменимыми при сборке мебельных и других столярных конструкций [2].

Для удобства, точной разметки и сверления отверстий в мебельной продукции применяются разнообразные виды устройств.

Накладные. Это кондукторы, которые накладываются на поверхность обрабатываемой детали и либо фиксируются на ней, либо придерживаются в заданном положении руками.

Поворотные. Рабочая планка таких кондукторов может вращаться как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. Используя это приспособление, можно выполнять отверстия в деталях сложной геометрической формы.

Универсальные. Это переналаживаемые кондукторы для изготовления мебели. Универсальность, которой обладают такие кондукторы для мебельного производства, заключается в том, что их можно быстро перенастраивать на различные комбинации расположения выполняемых отверстий.

Опрокидываемые. Кондукторы данного типа используют в тех случаях, когда сверлить отверстия необходимо в нескольких плоскостях.

Кроме того, в мебельном производстве активно применяются и более узкоспециализированные кондукторные устройства, (в частности, шкантовый кондуктор для сборки мебели и приспособление, позволяющее точно и качественно выполнять отверстия под конфирматы.

По способу фиксации на поверхности обрабатываемой детали кондукторы делятся на приспособления скользящего и закрепляемого типа.

4. Нанесение разметки, по которой далее выпиливаются детали. Средства измерения – главный инструмент для сборки корпусной мебели. В случае изготовления мебели из древесностружечных плит необходимо облицовывать кромки для снижения эмиссии вредных веществ. На сегодняшний день можно использовать меламиновые кромочные материалы с нанесенным клеевым слоем или поливинилхлоридную кромку с нанесением клеевого слоя.

Габариты шкафов-купе, встроенных конструкций, либо отдельно стоящих, требуют точной выверки по размерам. Для этого существуют классы точности и степени погрешности того или иного измерительного прибора.

5. При необходимости поверхности окрашиваются в нужные расцвет.

6. Сборка конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мебель своими руками в домашних условиях, основные нюансы работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mblx.ru> – Дата доступа: 16.04.2021.

2. Мебельные кондукторы – что это такое и как устроено? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://berkem.ru/drugoe/mebelnyj-konduktor-cto-eto-takoe-i-kak-ustroeno/> – Дата доступа: 16.04.2021.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КУХОННОЙ МЕБЕЛИ

На сегодняшний день существует 3 основных и обязательных этапа как фабричного, так и индивидуального производства кухонной мебели.

Первым этапом технологического процесса производства кухонной мебели является операция раскроя плитных материалов. Все каркасы (корпуса) кухонной мебели сегодня изготавливаются из ламинированной ДСтП), при изготовлении стандартных корпусов раскрой плитных материалов происходит на программируемом обрабатывающем центре. Роботизированное оборудование самостоятельно подает листы на форматно-раскroечный станок, способный одновременно раскраивать с десятков листов. Присутствие персонала при таких операциях практически исключается.

Вторым обязательным этапом является технологический процесс облицовки кромок деталей. В качестве кромочного материала наиболее часто используется кромка ПВХ толщиной от 0,8 до 3 мм, меламиновая либо металлическая кромка. На современных мелких мебельных фабриках широко используются полуавтоматические кромкооблицовочные линии, которые не уступают по качеству облицовки автоматическим линиям на фабриках. При индивидуальном производстве, клиент может заказать облицовку всех без исключения кромок деталей кухонного шкафчика (можно выбрать понравившийся цвет и толщину кромки), тогда как на фабрике клиент не имеет возможности выбирать цвет кромки и торцы для облицовки.

Третьим технологическим этапом фабричного и индивидуального производства кухонь обычно выступает операция сверления отверстий или присадка. На фабрике в производстве используются автоматические присадочные станки, настроенные под определенные операции. На индивидуальном производстве все отверстия размечаются вручную, карандашом и угольником. Однако до сих пор встречаются фирмы, которые и вовсе устанавливают крепеж при сборке кухни, то есть, сверлят по месту или на глаз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет источник <https://ml.by/info/etapyi-fabrichnogo-i-individualnogo-proizvodstva-kuxon.htm>.

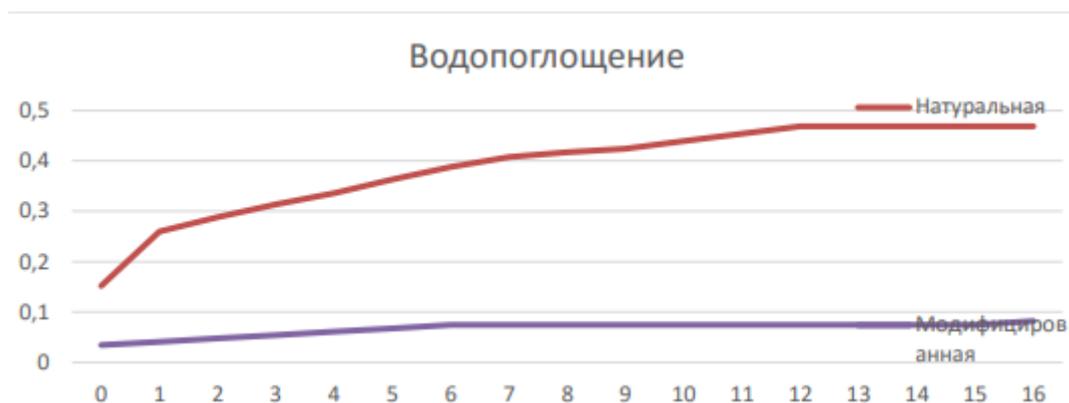
ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

Мебель из древесины совокупность изделий, в которых основным материалом является древесина. Применение древесины в производстве мебели для жилых комнат отвечает существующим тенденциям повышения экологичности, имеет высокие эстетические свойства.

Термохимическая модификация древесины процесс улучшения физико-механических свойств древесины, уменьшение анизотропии и придание лучших декоративных свойств за счет внедрения в макроструктуру древесины химического вещества, которое подвергается химической реакции при повышенной температуре.

Применение модифицированной древесины в мебельной промышленности, позволяет применять более дешевые материалы, получая благородный внешний вид, высокие физико-механические свойства.

Была применена на практике технология модифицирования пористых пород древесины акрилатными соединениями. Созданы опытные образцы и проведены исследования на водопоглощение и статически изгиб (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Водопоглощение натуральной
и модифицированной древесины**

При проведении физико-механических испытаний модифицированной древесины было выявлено, что поглощению полимера массой 30% от массы древесины приводит к увеличению предела прочности при статическом изгибе на 50% [1].

В дальнейших испытаниях было выявлено, что при регулировании технологических параметров процесса можно достигнуть увеличения плотности материала до 2-х раз, и была выявлена зависимость проценту поглощенного полимера от массы древесины к пределу прочности при статическом изгибе (рисунок 2) [1].

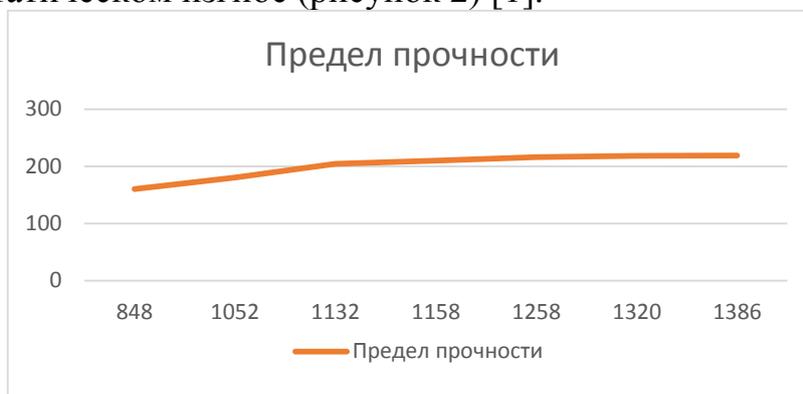


Рисунок 2 – Зависимость плотности от предела прочности

Применение материала с высокой водостойкостью предполагает использование его в кухонных гарнитурах, так и в ванных комнатах.

Обобщая все выше описанное, можно сделать вывод, что модифицированная древесина имеет высокие прочностные показатели, хорошую гидрофобность и, как следствие, биостойкость. Однако, из минусов можно отметить высокую плотность и, как следствие, большую массу.

Применение нового материала будет обусловлено в деталях, подвергающихся большим нагрузкам и воздействию (столешницы, сантехнические изделия) и декоративные элементы (ручки, вставки).

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. Herdman Jun Zhang Thomas Pope Randy C. Marquardt / 2017.
2. SU 577130 «Способ модификации древесины»/ Мовнин М.С., Каплунова О.Е., Цой Ю.И. / 1977 г.
3. SU 1507568 «Состав для пропитки древесины»/ Хрулев В. М., Кулдашова М. А., Маньшин А. Г. 1989 г.
4. В.Н. Ермолин, Д.Н. Деревянных. Пропитка древесины при переменном давлении» Лесной журнал №4, 1999 г.
5. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины// Москва: СТРОЙИЗДАТ: – 1973. 39 с.

Студ. Е.В. Шиман
Науч. рук. ассист. Е.В. Ручкина
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МЕБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПО СТАНДАРТУ «ИКЕА 4SIP»

Шведская компания «Икеа» – это всемирно известная компания, которая продает гигантское количество продукции в своих магазинах по всему миру. Компания «Икеа» существует на рынке с 1943 года и началась в шведской деревушке Агуннарюд. С тех пор группа компаний «Икеа» превратилась во всемирный бренд розничных продаж в 41 стране и ежегодным оборотом продаж в 24,7 млрд евро.

В современном мире основная часть качественной и стильной мебели предназначена лишь для узкого круга состоятельных лиц. С самого начала «Икеа» выбрала для себя иной путь. Изменить к лучшему повседневную жизнь простых людей – вот главная цель ее работы. Производство качественной недорогой мебели для людей с разными привычками, вкусами, запросами и уровнем дохода – задача сложная, поскольку для этого требуется постоянно искать новые, более доступные способы производства и экономить на каждом этапе. При этом такая экономия не должна сказываться ни на идеях по разработке изделия, ни на его качестве.

Для своих поставщиков «Икеа» разработало специальную программу испытаний. Это различные требования к химическим и механическим испытаниям. Недостаточно иметь сертификат соответствия требованиям стандартов, которые применимы в стране, в которой производится продукция. Производителю потребуется произвести испытания и на требования специально разработанных норм. Все испытания необходимо проводить в независимых лабораториях и органах. Тем самым «Икеа» убеждается в надежности своего поставщика.

На единичных предприятиях Республики Беларусь внедрена система качества 4SIP по стандарту «Икеа». Данная система регулирует процесс запуска новых изделий, входной, производственный и окончательный контроль, измерительное оборудование, а также работу с документацией.

Входной контроль материалов осуществляется согласно приказу по предприятию. При проверке материалов руководствуются нормативными документами и протоколами входного контроля. Входному контролю подлежат следующие материалы: фанера, ДВП, скотч, картон, зеркала, отделочные материалы, клея, шлифовальные материалы, фурнитура и т.д.

В процессе контроля пиломатериалов устанавливается влажность древесины при выгрузке из сушильных камер, о чём делается запись в журнале контроля. Влажность должна быть 8–12%. Влажность древесины контролируется и на складе. Если влажность пиломатериалов более 12%, то они возвращаются в сушильную камеру. В случае, когда влажность древесины менее 8%, пиломатериалы возвращаются в сушильную камеру для кондиционирования.

Выпуск мебельной продукции из массива сосны осуществляется в соответствии со стандартом «Икеа 4SIP». В соответствии с этим документом все изделия должны проходить окончательную проверку до поставки. Проверяется потребительская упаковка, мультиупаковка и поддон с изделиями, готовый к отгрузке. Проверяемое изделие выбирается из уже упакованных. Поставщик должен иметь место для окончательной проверки. Место для проверки должно иметь достаточное освещение и измерительную аппаратуру.

Исходя из стандарта «Икеа 4SIP» поверхности изделий мебели подразделяются на 3 вида: А – видимые поверхности; В – полувидимые поверхности; С – невидимые поверхности.

Видимые поверхности – поверхности, которые отчетливо видны при нормальном использовании мебели. Полувидимые поверхности – поверхности, которые менее заметны и не очевидны в использовании. Невидимые поверхности – поверхности, которые не видны при нормальном использовании.

Также в стандарте выделено 4 класса качества поверхности деталей мебели. Определяющими для каждого класса являются следующие дефекты: сучки здоровые светлые; сучки здоровые с трещинами; сучки здоровые тёмные сросшиеся; сучки здоровые тёмные частично сросшиеся; выпадающие сучки несквозные; выпадающие сучки сквозные; гнилые сучки; сердцевины; кармашки; трещины по пласти; трещины по кромке; пятнистость; синева; смолистость; червоточина.

С ростом класса качества ужесточаются требования по каждому из приведённых показателей. Например, видимые поверхности мебели, такие как лицевые поверхности столешниц, дверей, накладок выдвижных ящиков, цоколей, карнизов должны выпускаться не ниже 1-го класса качества. Полувидимые поверхности – внутренние поверхности столешниц, передние стенки выдвижных ящиков, полки, внутренние поверхности стенок боковых за дверками и выдвижными ящиками – 2 класса качества. Невидимые поверхности (стенки задние выдвижных ящиков и изделий мебели) – 3 класса.

Студ. Д.А. Наумович
Науч. рук. ст. преп. О.Г. Рудак
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

ЯПОНСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЕКОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАССИВА ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

Yakisugi (Shou Sugi Ban) или «томление кедра» – это японская технология обработки поверхности древесины с помощью огня. Данная технология берет начало в XVIII веке с процесса массового сжигания прилегающих к деревьям участков леса с целью противопожарной защиты построек. Одной из особенностей обожжённой древесины является защита от дальнейшего разрушения, а также ее декоративные качества. В результате её стали повсеместно использовать в строительстве деревянных построек, а также в производстве изделий из древесины. Срок службы такой древесины может достигать до 90 лет, поэтому часто можно увидеть его на фасадах зданий.

Основная причина, по которой после обжига древесина гораздо меньше подвержена горению, заключается в ее природном строении, а именно в волокнах дерева, которые под воздействием высоких температур в процессе пиролиза сужаются, закрываются смолами и углем, что не позволяет проникать кислороду и, как следствие, усложняет путь огня вглубь древесины.

Кроме этого происходит процесс выгорания древесных сахаров, что делает древесину «неаппетитной» для жуков-древоточцев и других вредоносных микроорганизмов. Расплавленная смола закрывает поры материала, благодаря чему древесина становится менее гигроскопичной, или, говоря простыми словами, перестает «бояться» воды.

Основными этапами обработки древесины по японской технологии Yakisugi раньше включали в себя процессы нахождения бревен или пиломатериалов непосредственно в костре либо в выдержке в печах. Однако обжигать древесину на простом открытом огне неэффективно – материал при этом покрывается слишком толстым слоем сажи. Сегодня при помощи современного оборудования можно регулировать температуру обработки и достигать разнообразных заданных эффектов.

На сегодняшний день наиболее популярным типом обжига древесины является поверхностный как один из самых часто используемых типов обработки. Он не требует много времени, специальной подготовки и расходов. Процесс достаточно прост. Обжиг обычно проводится в домашних условиях с помощью газовой горелки или паяльной

лампы. Максимальная глубина термического воздействия при этом составляет около 5 мм.

Глубокий обжиг производят в открытой печи. Этот тип обработки популярен для специального состаривания древесины, уже бывшей в употреблении. Оттенки здесь зависят от времени воздействия – от графитового до угольно-чёрного. Обработанное таким образом дерево можно даже использовать для устройства садовых дорожек. В этом случае глубина обработки может достигать 20 мм.

Преимущества подобной древесины после обработки огнем:

1. Защищена от пожаров.
2. Не подвержена гниению.
3. Защищена от насекомых и грибов.
4. Простота в изготовлении.
5. Со временем не меняет внешний вид и цвет.
6. Срок службы – до 90 лет.

Недостатком можно считать только высокую трудоемкость процесса, если его выполнять в домашних условиях. Процесс предполагает не только сам обжиг, но и зачистку поверхности, и дальнейшую ее обработку.

Изначально, еще в старину, для обжига использовали в основном кедр. С течением времени было замечено, что аналогичной фактурой и качеством обладает обожженная древесина бука, а также граба. Слои дерева этих двух пород обладают высокой плотностью, поэтому здесь обгорает в основном только верхний слой.

А вот привычные нам тополь или клен, после обработки получают интересную вытянутую вдоль древесную структуру. Хвойные породы отличаются большим разнообразием рисунка. После декоративной обработки появляется необычная, неповторимая структура древесной поверхности.

Древесина береза после обжига приобретает низкую теплоемкость и практически не обжигает кожу, что станет дополнительным бонусом для оформления в таком стиле стен душевой или бани.

Эту технологию используют также для декоративного оформления мебели, во внутренней отделке помещений. Это экологическая чистота и привлекательная текстура, а также долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

Интернет источник:

<https://makeself.net/masterskaya/item/yakisugi.html#:~:text=Yakisugi%20>.

**ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЫРЬЯ НА ФОРМУЕМОСТЬ КОРЫ
В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ**

Топливные гранулы традиционно производят из отходной биомассы, которая при предварительном высушивании и нагреве обладает теплотворностью. Самыми популярными на сегодняшний день являются гранулы, изготовленные из опилок и стружки от переработки древесины. Кору древесины на многих предприятиях подвергают сжиганию в непрессованном виде. Но для того, чтобы от коры получить прибыль ее нужно продать, а значит доставлять потребителю. Доставка коры в насыпном виде с ненормированной влажностью не окупает себя, т.к. стоимость такого отхода не покрывает затраты на логистику. Кору следует прессовать, т.к. в этом случае она занимает меньший объем и имеет большую теплоотдачу. Получение гранул из коры деревьев видится наиболее перспективным вариантом. Из литературных источников, известно, что чем меньше размер частицы, тем выше взрывоопасность при транспортировании и измельчении, а в пыли коры заметно более высокий процент мелких частиц. Это ограничивает выбор технологий переработки коры.

Целью исследования стала оценка возможности получения гранул из коры сосны, произрастающей в Республике Беларусь, на прессах-грануляторах и исследование их механических характеристик. Для изучения выбрана преобладающая порода древесины – сосна, составляющая 54,8% деловой древесины лесного фонда Республики. Получение древесных гранул, как объекта исследования, осуществляли на прессе-грануляторе SKJ-200 с плоской матрицей. Сырьем для гранул была сосновая кора, произведенная с деревьев Республики Беларусь, предназначенная для мульчирования почв и расфасованная в мешки по 60 л. Для удобства получения фракции менее 1 мм, кору высушивали при комнатных условиях и далее измельчали в центробежном измельчителе. Далее путем классификации на ситовом анализаторе, выделялась фракция с размерами частиц, не превышающими 1 мм. После этого разделенные пробы доводили до анализируемой влажности путем добавления дистиллированной воды или сушки в сушильном шкафу. Из подготовленных проб были изготовлены гранулы диаметром 6 мм. После охлаждения в комнатных условиях, гранулы испытывали на соответствие ISO 17225-2 по крошимости.

При подготовке образцов для испытания, сделаны следующие выводы, что гранулы из коры с начальной влажностью меньше 13% и больше 40 % не могут быть получены. Они не сохраняют целостность – рассыпаются.

В итоге для испытания отобраны гранулы, полученные из коры с начальной влажностью 20, 25, 28, 37 и 39 %.

Построена диаграмма, отражающая влияние влажности на прочность гранул (рисунок 1).

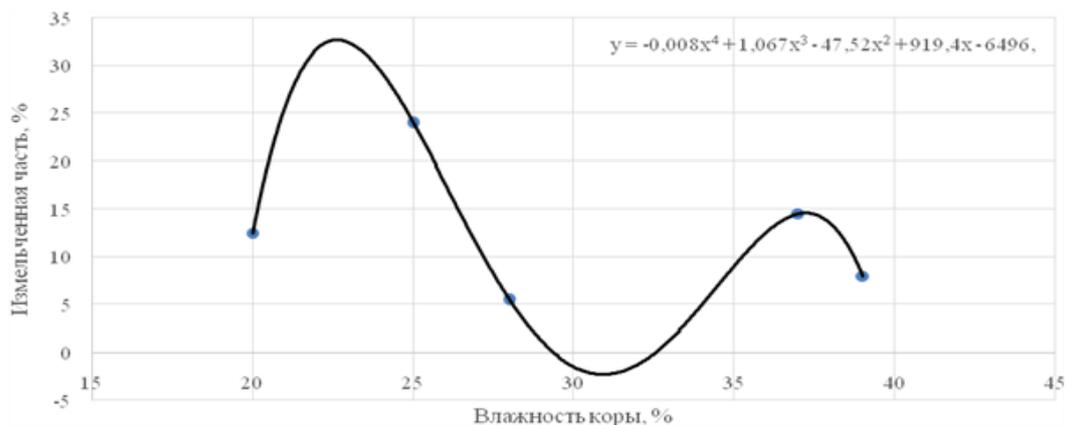


Рисунок 1 – Зависимость прочности гранул от влажности коры.

Анализируя диаграмму, можно увидеть, что оптимальная влажность для прессования сосновой коры находится в диапазоне от 28 до 37 %. В этом интервале исходной влажности сырья гранулы получаются наиболее прочными. Исследования показали, что кора сосны с влажностью от 20 до 35 лучше всего подходит для изготовления гранул. Кора сосны, произрастающих в Республике Беларусь, вполне может заменить древесину в производстве гранул, однако требуется дополнительная работа по разработке нормативных документов, регламентирующих физико-механические свойства такой продукции.

Некоторая хрупкость гранул из коры обусловлена слабоволокнистой структурой корки и непроработанными режимами подготовки и прессования этого материала.

Требуется дальнейшее изучение зависимости физико-механических свойств гранул из коры от начальной влажности, температуры и степени сжатия. Также интерес представляет изучение смеси коры с древесиной при производстве гранул, т.к. для получения гранул с зольностью и прочностью по ISO 17225-2 потребуются добавление измельченной древесины.

АНАЛИЗ КЛЕЯЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ КЛЕЕВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КЛЕЕВЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Деревообрабатывающая и мебельная промышленность является крупным потребителем синтетических клеев, особенно такие их сегменты, как корпусная и другая мебель, межкомнатные двери, МДФ-фасады, паркет, домостроение. При этом в основном потребляются клеи на водной основе (например, ПВА), значительно используются полиуретановые клеи, также известно о применении универсальных поликонденсационных клеев, например в виде эпоксидных смол, а также клеев, полученных из природных полимеров растительного и животного происхождения. При этом синтетические клеи в основном характеризуются выделением в процессе производства и эксплуатации опасных для здоровья, наследственности человека и окружающей среды химических соединений и веществ, а клеи природного происхождения таким свойством не обладают. По остальным эксплуатационным, технологическим и экономическим характеристикам каждый из перечисленных клеев обладает рядом достоинств и недостатков, обуславливающих их область применения. Поэтому целью настоящей работы являлась оценка клеящей способности различных клеев, в целях выявления возможности расширения области их применения в клееных изделиях из древесины. При проведении исследований использовались следующие клеи, которые применяли при склеивании массива в холодных условиях сосны влажностью 8% размерами 120x80 мм с одинаковым расходом с использованием точечного нанесения через 15 мм. Поливинилацетатный клей (ПВА) компании FULLER, представляющий собой бесцветный прозрачный нетоксичный продукт радикальной виниловой полимеризации винилацетата. Его дисперсии обладают хорошими адгезионными свойствами, технологичны в применении, практически безвредны. Клеевые соединения на основе их свето- и грибостойки, эластичны. Среди недостатков: низкие водостойкость и теплостойкость, ползучесть под нагрузкой. Полиуретановый клей (ПУР) производства холдинга Henkel, представляющий собой водные дисперсии удлиненных цепей на основе определяющих гибкость цепи полиолов и вводимых в избытке ди- и полиизоцианатов. Полиуретановые клеи характеризуются регулируемой скоростью высыхания, атмосферо-, водо-

, хим-, абразиво-, морозо- и термостойкостью, высокой адгезией к древесине. Эпоксидный клей российского производства, представляющий собой продукт поликонденсации эпихлоргидрина с органическими соединениями, характеризуемыми наличием активного атома водорода и высоко реакционноспособных эпоксидных групп ($-COO-$). Среди основных достоинств эпоксидных клеев – высокая адгезия к различным материалам, механическая прочность, тепло-, водо- и химическая стойкость, хорошие диэлектрические показатели, отсутствие выделения летучих веществ и малая усадка. Казеиновый клей, опытный образец которого синтезирован в Академии наук РБ на основе натурального белка молока, полностью безвредно для человека, при этом готовится в промышленности или своими руками – в домашних условиях. Среди основных достоинств чистота, экологичность, отсутствие реакции на действие низких или высоких температур, довольно высокая стойкость к действию влаги. Среди недостатков казеинового клея: возможность порчи вредителями (многие насекомые и животные с удовольствием потребляют порошок); риск появления темных пятен на изделиях.

При проведении эксперимента использовались следующие условия склеивания массива сосны: температура открытой и закрытой выдержки – 20°C , давление – $0,2$ МПа, усилие ваймы – около 4 кН.

Определение разрушающей нагрузки при скалывании вдоль волокон проводили в соответствии с ГОСТ 15613.1. Для ПУР усилие составило – $3,82$ кН, ПВА – $3,34$ кН, эпоксидного клея – $4,21$ кН, казеинового клея – $4,82$ кН.

Результаты эксперимента показали высокую клеящую способность казеинового клея, сопоставимую с уровнем, обеспечиваемым дорогостоящими эпоксидными и полиуретановыми клеями. Это позволяет сделать рекомендовать синтезированный в Академии наук РБ казеиновый клей к промышленному производству и дальнейших его испытаний в технологии мебельного производства, в том числе при изготовлении мебели для детей и подростков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Божелко, И. К. Технология деревообработки: учеб.-метод. пособие / И. К. Божелко, А. А. Янушкевич, Е. В. Дубоделова. – Минск: БГТУ, 2019. – 210 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРОПИТАННОЙ ОЧИЩЕННЫМ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ ЛИГНИНОМ

Огнезащита является важной процедурой обработки древесины т. к. древесина с хорошими огнезащитными свойствами способна предотвратить возникновение и замедлить распространение пожара.

В проблеме пожарной безопасности древесных материалов приоритетное значение имеет не только состав пропитки, её количество, но и взаимодействие пропитки с древесиной, поэтому мы использовали стандарт по определению огнезащитной эффективности (ГОСТ 16636-98) который учитывает и состав пропитки, и её количество.

Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарно-техническими характеристиками либо их совокупностью: горючестью; воспламеняемостью; распространением пламени по поверхности; токсичностью продуктов горения; дымообразующей способностью. Одним из важнейших показателей является определение горючести по ГОСТ 16363.

Целью исследований является определение группы горючести огнезащитного средства Реагент S-Drill™ CL марка А (базовая) и возможности его применения для защиты древесных материалов. Исследованию подверглись образцы древесины сосны с плотностью от 400 до 550 г/м³.

Методика исследований: образцы для испытаний изготавливают из прямослойной воздушно-сухой древесины сосны с влажностью 8–15% и плотностью от 400 до 550 г/м³ в виде прямоугольных брусков с поперечным сечением 30×60 мм и длиной вдоль волокон 150 мм. Образцы кондиционировались в эксикаторе с насыщенным раствором азотнокислого 6-водного цинка при температуре (23±5) °С, до изменения массы образцов не более 0,2г в течении последних 24 часов.

Образцы древесины сосны пропитывались раствором защитного средства в количестве 200 г/м², и повторно выдерживались над раствором азотнокислого 6-водного цинка при температуре (23±5) °С до изменения массы образцов не более 0,1г в течении последних 24 часов.

Установка ОТМ прогревалась при температуре 200°С в течении 5 минут, после чего образцы загружались в камеру и испытывались в течении 2 минут при постоянной подаче газа.

Образцы охлаждались в установке до комнатной температуры, после чего определялось изменение массы образцов и определялась группа горючести по формуле

$$p = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1},$$

где m_1 -масса образца до испытания, г; m_2 -масса образца после испытания, г.

При потере массы образца не более 9% – для средств защиты древесины устанавливают I группу огнезащитной эффективности, а При потере массы образца более 9% но не более 25%, II группу огнезащитной эффективности.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица – Результаты испытаний на группу огнезащитной эффективности реагента S-Drill™ CL марка А (базовая)

Но- мер об- разца	Масса образца, г			Расход рабочего со- става		Потеря массы об- разца		Средняя потеря массы образца		Группа огнеза- щит- ной эф- фектив- ности
	до об- работки	перед сжига- нием	после сжига- ния	покры- тия, л/м ²	пропиточ- ного со- става, кг/м ²	г	%	г	%	
1.	159,61	162,52	138,92	–	0,2	23,6	14,5	22,3	13,4	II
2.	165,25	168,20	148,20	–	0,2	20,0	11,9			
3.	166,85	169,21	144,21	–	0,2	25,0	14,8			
4.	163,84	166,64	145,84	–	0,2	20,8	12,5			
5.	167,29	169,92	147,15	–	0,2	22,77	13,4			
6.	165,38	168,14	146,76	–	0,2	21,38	12,7			
7.	161,23	163,77	140,17	–	0,2	23,60	14,4			
8.	164,95	167,73	142,84	–	0,2	24,89	14,8			
9.	162,05	164,46	144,32	–	0,2	20,14	12,2			
10.	163,57	166,44	145,18	–	0,2	21,26	12,8			

Заключение: Реагент S-Drill™ CL марка А (базовая) обеспечивает II группу огнезащитной эффективности по ГОСТ 16363 с расходом 200 г/м². Может быть использован для защиты древесины и деревянных строительных конструкций от возгорания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ, ПРОПИТАННОЙ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ И МАСЛЯНЫМИ АНТИСЕПТИКАМИ

Древесина гигроскопичный материал способный изменять свою влажность при изменении состояния окружающего воздуха, что может явиться причиной ее поражения плесневыми, деревоокрашивающими и дереворазрушающими грибами (в средних широтах на долю поражений грибами приходится около 90% всех биоповреждений древесины).

Защита древесных материалов от гниения и возгорания одна из важнейших задач современности. Использование хороших защитных средств при тщательной пропитке увеличивает приобретенную биостойкость древесины, тем самым продлевая срок службы сооружений с применением древесины в несколько раз [1].

Цель исследования – разработка методики ускоренного старения древесины в климатической камере, моделирующая условия эксплуатации в определенных классах условий службы древесины, пропитанной защитными средствами, с подтверждением сохранения защитных свойств по отношению к грибам.

Задачи – разработка программы по имитации в лабораторных условиях ускоренного старения образцов древесины сосны, пропитанных масляным и водорастворимыми средствами, содержащими окись меди и триазолы.

Предмет исследования – масло сланцевое, защитное водорастворимое неорганическое средство на основе медных соединений и триазолов и защитное водорастворимое неорганическое средство на основе медных триазолов, содержащее аммонийные группы.

Объект исследования – древесина сосны, пропитанная масляным и водорастворимыми антисептиками на основе медных соединений с триазолами и аммонийными группами.

Согласно ГОСТ 20022.2-2018 условия службы древесины по скорости расконсервирования и уязвимости подразделяются на XVIII классов. Испытания проводили в XIV-XVIII классах условий службы согласно данному ГОСТ, для чего была разработана программа имитация этих условий в лаборатории.

Испытания по определению эффективности защитных средств по отношению к дереворазрушающему грибу проводились

по МВИ 001-2003, по отношению к плесневым и деревоокрашивающим грибам – по ГОСТ 30028.4-2006.

Культивирование культур грибов проводились по ГОСТ 9.048-89 на сусло-агаре.

В ходе проведения исследования разработана программа, позволяющая в лабораторных условиях определить долговечность образцов древесины сосны, пропитанных масляным и водорастворимыми средствами, содержащими окись меди и триазолы в XIV-XVIII классах службы древесины согласно ГОСТ 20022.2-2018.

Показано, что в этих условиях наиболее эффективным защитным средством по отношению к плесневым, деревоокрашивающим и дереворазрушающим грибам является сланцевое масло. Однако сланцевое масло очень токсично.

Испытуемые современные экологически безопасные защитные средства на основе медных триазолов являются достаточно эффективными по отношению к плесневым, деревоокрашивающим и дереворазрушающим грибам в определенных классах эксплуатации древесины.

Так защитное водорастворимое средство на основе медных триазолов и содержащее аммонийные группы в XV, XVI, XVII, XVIII классах службы по защищающей способности от плесневых и деревоокрашивающих грибов, по результатам испытаний, классифицировано как эффективное. Водорастворимое неорганическое средство содержащее невымываемый антисептик на основе медных триазолов – ЗС2 XV, XVII и XVIII (тропический климат) классах службы по данной защищающей способности классифицировано как эффективное, в XVI и XVIII (субтропический климат) – неэффективное.

По эффективности ингибирования к дереворазрушающему грибу водорастворимые неорганические средства на основе медных триазолов показали сопоставимые между собой результаты, как эффективные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазало Н. А. Исследование огне и огне- и огнебиозащитных свойств древесины, пропитанной составами на основе фосфорно-органических соединений / Мазало Н.А., Леонович О.К. // 85-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием): сб. науч. работ, Минск, 1-13 февраля 2021/ Белорус. гос. технол. университет. – Минск 2021 – [Электронный ресурс]/ <https://www.belstu.by/science/obschayainformaciya/conferencesandexhibitions/2018-god/81-ya-nauchno-tehnicheskaya-konferenciya.html>: Дата доступа: 26.03.2021.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БРАШИРОВАНИЯ ФАНЕРЫ

Браширование (от англ. Brush – щетка) – это особенный и нестандартный процесс по отделке древесины, заключающийся в том, что с верхнего слоя древесины специальными щётками выбираются мягкие волокна, вследствие чего получается поверхность с красочно выраженной структурой годичных колец. Приобретаемый эффект можно назвать «искусственным старением», так как время влияет на незащищённую древесину похожим образом. Хорошо подобная обработка выглядит на массивных половых досках, паркете, лестницах, дверях, мебели из дерева, и других предметах интерьера из древесины.

Технологический процесс производства брашированной фанеры включает в себя следующие основные операции: окорка сырья на роторных окорочных станках; раскряжёвка круглых лесоматериалов на чураки на линиях триммерного типа; гидротермическая обработка сырья в пропарочных бассейнах и тоннели проходного типа; лушение чурака и сортировки на 3 группы по влажности; сушка шпона в сушильных установках проходного типа обогреваемых термомаслом с температурой 230°C до влажности 4–8%.

Сортировка шпона, которая выполняется за счёт прохождения шпона через арку, на которой установлены оптические датчики и датчик контроля влажности.

После сортировки следуют: нанесение клея; холодная подпрессовка; прессование в горячем прессу; обрезка по формату; браширование.

Для браширования фанеры в заводских условиях используются специальные брашировальные станки проходного типа фирмы Costa Levigatrici со сменными щёточными валами.

Станок позволяет производить браширование без предварительного шлифования плит. Состоит из двух модулей с отдельными ленточными конвейерами подачи. Первый модуль оснащён двумя валами с нижним расположением шлифовальных лент, возможна установка лент с зернистостью 60, 80, 100, 120. При смене зернистости автоматически меняется высота расположения валов, так как лента большей зернистости имеет большую толщину. Рекомендуется установка лент с зернистостью 60 для получения наименьшего значения шероховатости нижней части плиты.

Второй модуль имеет 6 валов с верхним расположением. Первый вал предназначен для предварительной подшлифовки верхней пласти плиты, рекомендуемая устанавливаемая зернистость ленты – 120. Глубокое браширование достигается при помощи второго вала, на котором установлена стальная щётка с толстой щетиной. Остальные 5 валов имеют щётки из синтетического волокна, с нанесённым на ворсинки абразивом разной зернистости (по убыванию). Так как применение брашированных фанерных панелей наиболее широко распространено в напольных покрытиях, основным контролируемым выходным параметром является шероховатость лицевой поверхности. При применении системы Costa на выходе мы имеем брашированную плиту с шероховатостью 80 мкм, что соответствует требованиям ГОСТ 7016-2013 (не более 200 мкм для шлифованной фанеры). Методы контроля шероховатости обусловлены ГОСТом 15612-2013.

Максимальная глубина браширования ограничивается толщиной шпона лицевого слоя. Для достижения наиболее рельефного рисунка рекомендуется глубина 3 мм, при этом скорость подачи не должна превышать 4 м/мин. Допускаемый диапазон скоростей подачи на станке 3-12 м/мин, в зависимости от желаемой глубины рельефа.

Лучше всего поддаются брашированию породы древесины с проявленными твёрдыми и мягкими годичными кольцами. После браширования древесина покрывается лаком, маслом или воском методов распыления или струйного облива.

Браширование открывает широкие возможности, по особому тонированию древесины, так как появляется возможность покрасить основную древесину в один цвет, а поры в другой цвет (эффект патины). При помощи красителей можно получить свежие, красочные, необычные цвета. После нанесения красителя поверхность покрывается лаком.

Экономическим достоинством технологии является тот фактор, что брашированную фанеру можно получать из плит ранее низкого сорта, с большим количеством сучков. Так как сучки твёрже мягких волокон древесины, после браширования они создают дополнительный красивый декоративный эффект и стоимость плиты значительно возрастает.

Студ. А.А. Дунец
Науч. рук. доц. О.К. Леонович
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ 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 фанеры с повышенной гидрофобностью.

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).

Цель данной работы заключается в поиске технологических решений для организации производства фанеры повышенной водостойкости.

Для решения поставленной задачи по повышению гидрофобных свойств фанеры предложены следующие технологические решения.

Для изготовления фанеры повышенной водостойкости обычно применяют фенолформальдегидную смолу. Однако фенольная смола высокотоксична.

Для придания повышенных гидрофобных свойств фанеры пропитанной карбомидоформальдегидной смолой предложено применять гидрофобизирующие добавки на основе карбонизированного лигнина, а также парафиновой эмульсии.

Основным показателем качества фанеры является прочность клеевого соединения. Учитывая, что мы добавили гидрофобную добавку в различных массовых частях. Мы испытали прочность клеевого соединения фанеры до вымачивания и после вымачивания. Результаты испытаний приведены в таблице.

Добавление парафиновой эмульсии увеличивает водостойкость фанеры, но незначительно снижает предел прочности при скалывании по клеевому слою.

Таблица – Предел прочности гидрофобизированной фанеры парафиновой эмульсией до и после вымачивания в воде

Количество гидрофобизатора	Ширина плоскости скалывания b, мм	Длина плоскости скалывания l, мм	Максимальная нагрузка R _{max} , МПа	Предел прочности при скалывании $\tau_{ск}$, МПа	Среднее значение предел прочности при скалывании $\tau_{скер}$, МПа
До вымачивания					
1 м. ч.	12.5	40	920	1,84	1,81
	20	40	1425	1,78	
	20	40	1440	1,80	
	20	40	1455	1,82	
2 м. ч.	20	40	1320	1,65	1,73
	20	40	1450	1,81	
	12.5	40	870	1,74	
	12.5	40	860	1,72	
3 м. ч.	12.5	40	890	1,78	1,805
	12.5	40	915	1,83	
	20	40	1490	1,86	
	12.5	40	875	1,75	
После вымачивания					
1 м. ч.	20	40	920	1,53	1,555
	12.5	40	815	1,62	
	20	40	1425	1,58	
	12.5	40	745	1,49	
2 м. ч.	12.5	40	1320	1,56	1,57
	20	40	1190	1,49	
	20	40	1295	1,62	
	20	40	1450	1,61	
3 м. ч.	20	40	890	1,63	1,6025
	12.5	40	755	1,51	
	20	40	1280	1,60	
	12.5	40	915	1,67	

Очевидно, что наибольшие прочностные свойства гидрофобизированной фанеры достигнуты при добавлении 3-х массовых частей гидрофобизатора. В результате исследования установлено, что при добавке 3-х массовых частей гидрофобизатора предел прочности при скалывании по клеевому шву составил 1.6 МПа, что значительно выше требований ГОСТ 3916.1

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

Отрасль деревянного каркасного домостроения в Беларуси требует новых разработок в формировании экологически безопасных ограждающих конструкций с использованием новых типов утеплителей и внешних огне- и биозащитных плит для скрепления и упрочнения деревянного каркаса.

Целью данного исследования является разработка деревянной ограждающей конструкции и расчет теплопередачи в ней.

Ограждающая конструкция стены на деревянном каркасе из деревянных стоек толщиной 60 мм с шагом 70 мм, скрепленных нижней и верхней балками, содержит следующие скрепляющие и теплоизоляционные элементы: 1–наружный слой стены – ЦСП толщиной 10 мм 2 – ветроизоляционная пленка; 3– теплоизоляционный слой толщиной 250 мм – волокно из целлюлозосодержащих отходов и коры, пропитанное PDMI смолами; 3– внутренний слой – пароизоляционная пленка; 4 – гипсокартон толщиной 10 мм.

Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{\text{пр}} = \frac{\lambda_1 F_1 + \lambda_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{0,18 \cdot 1,48 + 0,041 \cdot 6,62}{1,48 + 6,62} = 0,066 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$$

Расчетное сопротивление теплопередаче стены с учетом дополнительной теплоизоляции составляет:

$$R_m = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,010}{0,21} + \frac{0,250}{0,089} + \frac{0,015}{0,041} + \frac{0,010}{0,29} + \frac{1}{23} = 3,41 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Расчетные значения коэффициентов теплопроводности λ , теплоусвоения s и паропроницаемости μ материалов стены приведены в таблице 1.

Определены температуры в наружной, внутренней и граничных поверхностях конструкции;

Определяем максимальное парциальное давление водяного пара, соответствующее температуре в сечениях стены.

Определены приведенный коэффициент паропроницаемости теплоизоляционного слоя и сопротивление паропроницанию предложенной ограждающей конструкции.

Таблица 1 – Тепловые характеристики материалов

Наименование материала	Плотность в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	
ЦСП	1100	0,26	0,29	9,27	9,79	0,12
Пароизоляция Изоспан	0,064	-	-	-	-	$R_{п}=8,00$
Комбинированный утеплитель	796	0,087	0,089	6,45	6,52	0,32
Ветроизоляция Полиэтиленовая пленка	40	0,039	0,041	0,41	0,45	0,53
Гипсокартон	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Пиломатериалы из древесины сосны	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06

Парциальное давление водяного пара на наружной поверхности стены:

$$e_{нп} = e_n = 521 \text{ Па.}$$

Определяем расчетные значения относительной влажности в сечениях стены

$$\begin{aligned} \varphi_B &= \frac{1135}{1988} \cdot 100 = 57,1\%; \\ \varphi_1 &= \frac{1129}{1975} \cdot 100 = 57,2\%; \\ \varphi_2 &= \frac{1127}{1750} \cdot 100 = 64,4\%; \\ \varphi_3 &= \frac{569}{1367} \cdot 100 = 41,6\%; \\ \varphi_4 &= \frac{530}{640} \cdot 100 = 82,8\%; \\ \varphi_n &= \frac{521}{629} \cdot 100 = 82,8\%. \end{aligned}$$

Заключение: Конструкция, содержащая комбинированный утеплитель из древесного волокна с повышенным содержанием коры. Исходя из теплотехнического расчета сопротивление теплопередачи данной конструкции составило $3,41 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, что является выше нормированного показателя, равного $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$. В соответствии с таблицей 5.1 СНБ 2.04.01-97.

Студ. А.В. Фисунова
Науч. рук. зав. каф. И.К. Божелко
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Древесина и продукты из древесины использовались на протяжении всей истории человечества. Известно, что при воздействии окружающей среды на необработанную древесину, в ней протекают различные нежелательные реакции, например грибы и бактерии могут вызывать окисление, гидролиз и восстановление химических компонентов древесины и продуктов из древесины, например разрушение поверхности древесины и полимеров клеточных стенок (целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина) в химических и ферментативных процессах, что влияет на свойства древесины. Известен ряд способов обработки древесины и продуктов из древесины для повышения стойкости к нежелательным реакциям. Для увеличения срока эксплуатации используют антисептики.

Указанные способы обычно включают осуществление контакта поверхности древесины или продукта из древесины с агентом, включающим ядовитые или коррозионные химические вещества. Недостатки известных способов защиты древесины химические свойства пропиточных веществ порождают экологические проблемы. Антисептики на основе неорганических соединений имеют очень высокую коррозионную активность, соли оседающие на поверхности вымываются в окружающую среду. В западных странах есть ограничения на использование антисептиков содержащие особо ядовитые и опасные металлы. На сегодняшний день чаще используют антисептики на основе меди. Вода - наиболее часто используемый носитель. Однако она с трудом проникает внутрь древесины, поэтому активные вещества, наносимые на древесину с использованием указанного растворителя, неподходящего для проникновения внутрь ее, остаются на поверхности, в связи с этим значительно уменьшается эффективность активных веществ. Что позволяет окружающей среде вымывать с течением времени защитные вещества. Основным компонентом в составе антисептиков использованных в эксперименте – медь, носителем является – вода. В следствии чего химические составы и назначения схожи экспериментальный образец 1, экспериментальный образец 2 и Tanalith E, что позволяет их сравнивать между собой.

В связи с этим одним из важнейших показателей является вымываемость меди из древесины. Разные производители производят антисептики

с различной концентрацией меди. Для сравнения качественных характеристик разных составов используют ГОСТ 20022.2-80. После полного высыхания образцов, согласно ГОСТ 20022.2-80 устанавливает классификацию древесины по стойкости к гниению и пропитываемости защитными средствами. Дополнительно перед испытанием, было произведено количественная оценка содержания меди на поверхности образцов с помощью анализатора. Поглощение основано на изменении массы, это не может дать реальные представления, а количественном содержании меди. Так как изменение массы зависит от некоторых факторов, которые не возможно предугадать, например: вымываются вещества добавленные в антисептик для его стабилизации, погрешность во влажности и другие случайные погрешности. Образцы испытывались в следующих классах условий службы: 14 (теплая вода металлургических и других заводов и электростанций), 15 (речная и болотная вода в условиях умеренного климата), 16 (речная и болотная вода в условиях тропического климата), 17 (морская вода умеренного климата), 18 (морская вода тропического климата). Образцы выдерживались в специальных резервуарах, находящихся в климатической камере, в течении 40 суток.

После выдержки, просушки образцы повторно взвешивались и с помощью ручного анализатора определялось количество оставшегося на поверхности древесины меди. На основе полученных данных можно сделать следующий вывод: испытываемые экспериментальный образец 1 и экспериментальный образец 2 по полученным данным практически не отличаются между собой по эффективности; Tanalith E по результатам имеет лучшую адгезивную способность; Tanalith E из-за содержания большего количества меди дольше сохраняет свои свойства, но большее количество выделяется меди в окружающую среду при эксплуатации, таким образом ухудшая экологию; для обработки древесины и древесных материалов, имеющие контакт с морской водой рекомендуется использовать Tanalith E; недостаток Tanalith E заключается в характерном стойком синем оттенке, что может изменить цвет последующей отделки, что может привести к получению после финишной отделки неожиданных цветов. Перед применением стоит провести ряд тестирований на малых поверхностях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазаник, Н. В. Современные биозащитные средства для древесины / Н. В. Мазаник // Труды БГТУ. - Минск : БГТУ, 2011. - № 2 (140). - С. 181-184.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЯННОГО БРУСА ПРИ ЧЕТЫРЕХТОЧЕЧНОМ ИЗГИБЕ

Цель расчета проверить рациональность использования Solid Works Simulation для испытания древесины на 4-х точечный изгиб ГОСТ 33120. Сравнить использования двух методик расчета (Максимальное напряжение по Мизесу и Напряжение Мора-Кулона).

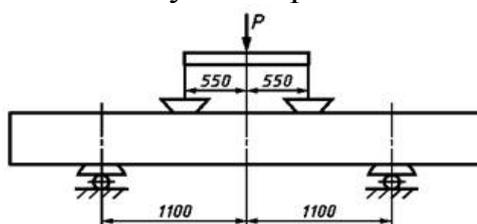


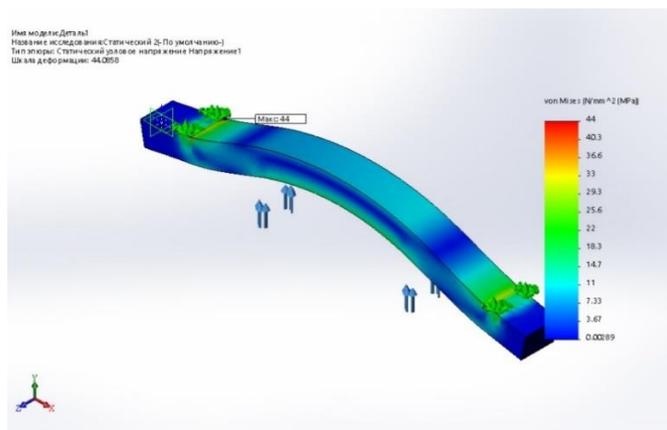
Рисунок – Схема нагрузки при четырехточечном изгибе

Таблица 1 – Параметры нагружения

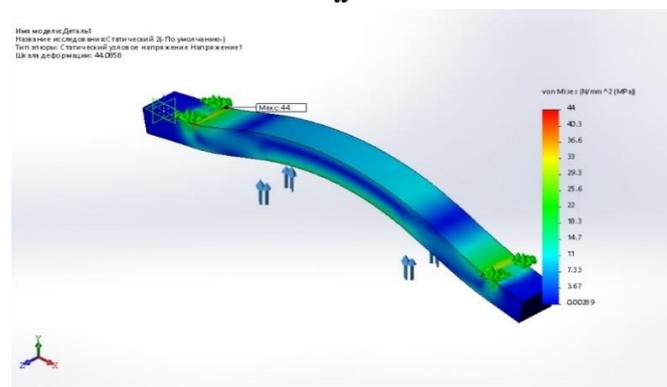
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Нагрузка, кН	Порода
Деревянный брус	2,75	0,23	0,16	120	Сосна

Таблица 2 – Характеристики деревянного бруса

Характеристики	Максимальное напряжение по Мизесу (Мора-Кулона)
Модуль упругости в У, МПа	500
Модуль упругости в Х, МПа	580
Коэффициент Пуассона в ХУ	0,38
Коэффициент Пуассона в YZ	0,037
Коэффициент Пуассона в XZ	0,03
Массовая плотность, г/м ³	500
Предел прочности при растяжении в Х, МПа	86
Предел прочности при сжатии в У, МПа	103,5
Предел текучести, МПа	50 (-)



a



б

**Рисунок 2 – Напряженно-деформированное состояния деревянного бруса при четырехточечном изгибе:
a – по Мизесу; *б* – по Мору-Кулону**

Таблица 3 – Результаты расчета напряженно-деформированного состояния деревянного бруса при четырехточечном изгибе

	Максимальное напряжение		Деформация, мм	ESTRN, 10 ⁻³	Состояние образца
	На изгиб, МПа	На смятие, МПа			
Максимальное напряжение по Мизесу	18,762	42,681	6,4	3,06	-
Напряжение Мора-Кулона	18,438	44,540	6,4	3,06	Разрушен

Вывод: в расчете бруса на 4-х точечный изгиб мы получили значения максимального напряжения на изгиб 18,7 МПа, на смятие возле опор 44,5 МПа, деформация равная 6,4 мм. Образец не выдержал нагрузки в 120 кН.

Студ. К.В. Кугакова; студ. А.П. Сойка
 Науч. рук. зав. каф. И.К. Божелко
 (кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЫДЕРГИВАНИЮ ШУРУПОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Плиты ДСтП и MDF – это одни из широко распространенных мебельных материалов. Этот материал очень прост в обработке и экономически выгоднее древесины. Поэтому из данных материалов вся мебель дешёвого и среднего сегмента производится из ДСтП и МДФ. Существует два основных вида крепежных изделий для мебельной фурнитуры: евровинт и шуруп. Важным условием выбора крепежного изделия является его прочность и долговечность.

Задачей нашего опыта было сравнение удельного сопротивления выдергивания шурупов 3,5×16 мм и евровинтов 6×13 мм из различных типов материалов.

В соответствии с сопоставленной задачей выбора наиболее лучшего изделия с разными видами материала, а именно массив сосны, МДФ, ДСтП было проведено испытание в соответствии с ГОСТ 10637. Заготовки были выпилены под зажимное устройство разрывной машины. Евровинты закручивались в предварительно просверленные отверстия диаметром 5мм, на глубину 10мм. Шурупы закручивались в образцы без заранее просверленного отверстия на глубину 10 мм.

Выдергивание шурупов и евровинтов приводили в направлении их оси со скоростью перемещения передвижного захвата испытательной машины 10мм/мин или в течении 60±15 сек. На каждый вид материала проводилось 6 опытов. Результаты испытания приведены в таблице.

Таблица – Результаты удельного сопротивления выдергивания шурупов и евровинтов из различных материалов

Наименование материала	Евровинт 6×13мм, кН	Шуруп 3,5×16мм, кН
ДСтП	0,72	0,81
МДФ	0,96	0,73
Массив(сосна)	0,59	0,73

Вывод: в сравнении евровинта и шурупа получили: шуруп в образцах ДСтП и массива (сосны) выдерживает большую разрушающую нагрузку, а в образце МДФ большую нагрузку выдерживает евровинт.

ПОЛИГОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ АНТИСЕПТИКОВ

Проведение полигонных испытаний позволяет оценить, в реальных условиях, эффективность работы используемых антисептиков. Суть всех методов оценки эффективности антисептиков состоит в том, что древесину после обработки антисептиком, помещают в условия благоприятные для деятельности поражающих грибов. Ниже предлагается методика проведения оценки эффективности антисептиков против деревоокрашивающих и плесневых грибов при помощи полигонных испытаний.

В соответствии с данной методикой эффективность антисептика оценивают в сравнении с контрольными (неантисептированными) образцами и участками по площади пораженной поверхности древесины.

Для проведения полигонных испытаний используют древесину, не имеющую трещин, пятен, гнилей, повреждений насекомыми и других дефектов. Образцы древесины для испытаний изготавливают из заболонной части древесины с небольшим содержанием смолы.

Пропитка образцов проводится в течение 24 часов после подготовки образцов древесины. Для проведения испытаний подготавливается не менее 110 досок для каждого испытываемого антисептика и для контрольных образцов. Половина образцов испытываются в виде плотных пакетов, а половина с использованием прокладок

Растворы испытываемых антисептиков приготавливаются путем добавления требуемого количества концентрата в пропиточную ванну с водой и после тщательно перемешиваются механическим способом.

Для определения поглощения раствора испытываемых антисептиков все образцы взвешивают до и после обработки и фиксируют их начальную и конечную массы, а далее рассчитывают по формуле:

$$P_{p-ра} = (m_{до} - m_{после})/S, \text{ г/м}^2,$$

где $m_{до}$ – масса образца древесины, до пропитки, г; $m_{после}$ – масса образца древесины, после пропитки, г; S – площадь поверхности образца, м².

После обработки испытываемые образцы помещают на опоры, маркируют и размещают в местах проведения испытаний. При проведении испытаний штабели древесины, обработанные испытываемыми

антисептиками, и контрольные образцы должны размещаться на специально подготовленных площадках, очищенных от опилок, стружки и другие промышленные загрязнения. Любая растительность на площадках для проведения испытаний должна быть ниже уровня вершук опор, на которых располагаются испытываемые образцы древесины.

Оценка эффективности антисептиков основывается на росте древоокрашивающих и плесневых грибов, видимом на двух широких гранях, с использованием системы оценок, приведенных в таблице.

Таблица – Система оценки поражения поверхности пилопродукции

Рейтинг	Описание	Определение
0	поражение поверхности 0%	чистый
1	поражение поверхности < 10%	незначительное поражение
2	поражение поверхности от 10% до 25%	среднее поражение
3	поражение поверхности от 25% до 50%	сильное поражение
4	поражение поверхности > 50%	очень сильное поражение

По результатам проведения оценки поражения поверхности образцов древесины, делаются выводы по эффективности антисептиков и разрабатываются рекомендации по использованию испытываемых составов.

На данный момент представленная методика проведения полигонных испытаний по оценки эффективности антисептиков является наиболее точной, так как она максимально приближена к реальным производственным условиям и способам обработки, хранения и транспортировки пилопродукции. Результаты проведения полигонных испытаний отражают действительную защищающую способность испытываемых антисептиков против древоокрашивающих и плесневых грибов.

ПОЛИГОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ АНТИСЕПТИКОВ

На основе изученных материалов была построена следующая таблица.

**Таблица – Преимущества и недостатки различных видов
лесопильного оборудования**

Тип оборудования	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Лесопильная рама	1. Высокая производительность 2. Относительно невысокая цена	1. Жесткие требования к сырью 2. Низкий выход продукции 3. Сложный и длительный монтаж 4. Быстрый износ
Горизонтальный ленточнопильный станки	1. Очень низкая абсолютная цена 2. Простота установки 3. Низкая потребляемая мощность 4. Высокий выход продукции 5. Простота подготовки режущего инструмента 6. Высокое качество продукции	1. Крайне низкая производительность 2. Высокие текущие расходы 3. Очень высокая относительная цена 4. Не встраивается в лесопильные потоки
Вертикальный ленточнопильный станок	1. Высокая производительность 2. Высокий выход продукции 3. Высокое качество продукции 4. Встраиваемость в лесопильные потоки	1. Высокая абсолютная цена 2. Сложность эксплуатации 3. Сложность подготовки режущего инструмента
Круглопильный станок кареточного типа	1. Высокое качество продукции 2. Неплохая производительность 3. Низкие текущие расходы 4. Легкость монтажа 5. Встраиваемость в потоки	1. Низкий выход продукции 2. Сложность подготовки режущего инструмента

Продолжение таблицы

1	2	3
Угловой круглопильный станок	1.Высокий выход продукции 2.Простота эксплуатации 3.Широкий спектр схем раскроя	1.Высокая абсолютная цена 2.Толстый пропилен 3.Высокая относительная цена
Фрезерно-брусующий станок	1.Очень высокая производительность 2.Простота подготовки режущего инструмента 3.Простота перенастройки	1.Высокая цена 2.Низкий выход продукции 3.Жесткие требования к сырью и сортировке

А также сделаны выводы по возможности использования данных типов оборудования на различных предприятиях:

1. Пилорамы хорошо приспособлены для промышленного лесопиления, но являются устаревшим оборудованием.

2. Легкие горизонтальные ленточные станки идеально подходят для частного использования, однако промышленное лесопиление такими станками представляется нецелесообразным.

3. Вертикальные ленточные станки хорошо подходят для промышленного лесопиления пиловочника средних и крупных размеров, на крупных и средних предприятиях.

4. Круглопильные станки проходного типа хорошо подходят для промышленного поточного лесопиления пиловочника малых и средних диаметров.

5. Кареточные круглопильные станки подходят для промышленного лесопиления при наличии дешевого сырья и квалифицированных пилоправов.

6. Фрезерно-брусующие станки эффективны на средних и крупных предприятиях в составе лесопильных потоков по переработке баланса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янушкевич, А.А. Технология лесопильного производства: учебник для студентов высших учебных заведений / А.А. Янушкевич. – М.: БГТУ, 2010. – 330 с.

АНАЛИЗ ВЛАЖНОСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Фанера, древесно-слоистая плита – многослойный строительный материал, изготавливаемый путём склеивания специально подготовленного шпона.

По видам фанеру часто разделяют на 3 популярных вида:

Влагостойкая – ФК, используемая только для интерьерной облицовки

Повышенной влагостойкости – ФСФ, используемая для интерьерной и экстерьерной отделки

Бакелизированная влагостойкая фанера – фанера с наивысшим уровнем сопротивляемости влажности. Она наиболее прочная, и не теряет своих свойств даже при длительном пребывании в соленой воде.

Влагостойкость фанеры – важное качество, на которое обязательно нужно обращать внимание. Основную водостойкость фанере придает тип клея, на котором она соединяется. Типы клея бывают разные, отличаясь по качеству, экологической составляющей и цене. Их выбирают также в соответствии с принципом и сферой применения.

В данной работе проведены испытания фанеры в соответствии с ГОСТ 9624-93. Настоящий стандарт распространяется на слоистую клееную древесину (фанеру, фанерные и столярные плиты, древесные слоистые пластики) и устанавливает метод определения предела прочности при скалывании по клеевому слою и по древесине. Для проведения данных испытаний применяют следующие аппаратуру и инструменты:

– испытательную машину по ГОСТ 28840 (машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб) с погрешностью измерения нагрузки до 1 %;

– приспособление к испытательной машине для испытания образцов слоистой клееной древесины;

– микрометр;

– штангенциркуль с погрешностью измерения 0,1 мм;

– образцы (в испытании были задействованы 3 серии контрольных образцов в количестве 10 штук и 10 образцов для вымачивания в воде 24 часа).

На рисунке 1 представлена схема образца для испытания прочности фанеры на скалывание клеевого шва.

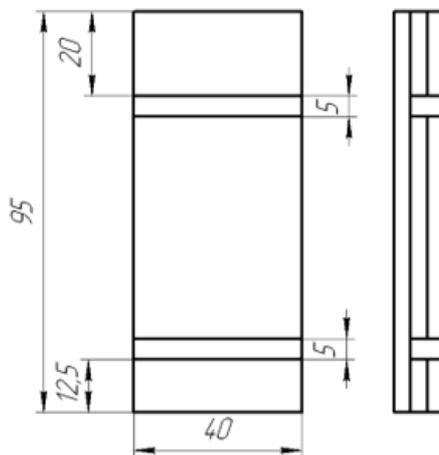


Рисунок 1 – Форма и размеры образцов фанеры для испытания на скалывание

На рисунке 2 представлены результаты испытания прочности фанеры на скалывание по клеевому шву.



Рисунок 2 – Результаты испытаний

Сравнивая полученные значения из испытаний фанеры после 24-часового вымачивания в воде на скалывание со значениями из таблицы предела прочности по Волынскому, можно сделать вывод, что условия прочности для березы выполняются ($\sigma = 1,748 \text{ МПа} > 1,5 \text{ МПа}$). Это значит, что прочностные показатели образцов фанеры ФК после вымачивания соответствуют стандартным значениям прочности.

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА БРЕВЕН НА ПРОЦЕНТНЫЙ ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Отношение объёма вырабатываемой пилопродукции к объёму распиливаемого сырья в процентах называется объёмным выходом. Объёмный выход пиломатериалов зависит от применяемого режущего инструмента, размеров распиливаемых пиломатериалов и способа раскроя.

Целью работы является сравнить объёмный выход рациональных и оптимальных поставов разных диаметров.

К оптимальным относятся поставы, которые дают максимальный выход длинномерных обрезных пиломатериалов и минимальные отходы древесины при распиловке бревен. К оптимальный - наибольший спецификационный выход пиломатериалов.

Поставы были посчитаны по программе. Результаты расчетов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Сводная ведомость расчета рациональных поставов

Номер поставы	Расчётная характеристика брёвен			Постав	Объёмный выход досок, η %
	d, см	L, см	V, м ³		
1	2	3	4	5	6
1	22	5	0,23	I проход	56,74
				150/1-25/2	
				II проход	
2	24	5	0,27	60/1-32/2-25/2	59,33
				I проход	
				150/1-25/2	
3	26	5	0,32	II проход	57,42
				50/2-32/2-25/2	
				I проход	
4	28	5	0,37	150/1-25/2-25/2	60,14
				II проход	
				60/2-50/2-25/2	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
5	30	5	0,42	I проход	59,35
				150/1-25/2-25/2	
				II проход	
6	32	5	0,48	I проход	59,70
				150/1-25/2-25/2-25/2	
				II проход	
				60/1-50/2-32/2-25/2	
				60/1-50/2-50/2-25/2	

Таблица 2 – Сводная ведомость расчета оптимальных поставов

Номер постова	Расчётная характеристика брёвен			Постав	Объёмный выход досок, η %
	d, см	L, м	V, м ³		
1	22	5	0,23	I проход	60,83
				125/1-22/2-16/2	
				II проход	
2	24	5	0,27	I проход	61,21
				150/1-22/2-16/2	
				II проход	
3	26	5	0,32	I проход	59,16
				150/1-25/2-19/2	
				II проход	
4	28	5	0,37	I проход	62,31
				175/1-25/2-19/2	
				II проход	
5	30	5	0,42	I проход	61,95
				175/1-32/2-19/2	
				II проход	
6	32	5	0,48	I проход	64,72
				200/1-32/2-19/2	
				II проход	
				60/2-50/2-19/2-16/2	

Из данных, представленных в таблице, можно видеть, что объёмный выход пропорционален диаметру. Это объясняется тем, что чем меньше резов для получения древесины, тем выше процент.

Студ. В.С. Лисица; студ. С.С. Фидельский
 Науч. рук. ст. преп. Д.П. Бабич
 (кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

ДИАГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПОДАЧИ БРЕВЕН И БРУСЬЕВ ПРИ ИХ РАСПИЛОВКЕ НА МНОГОПИЛЬНЫХ КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Скорость подачи является одним из основных параметров при распиловке пиломатериала. От нее зависит качество продукции, её объёмный выход, долговечность режущего оборудования. В случае, если скорость подачи будет завышена, мощности привода станка будет недостаточно для прорезания материала и пилы застрянут. Если она будет занижена, то пилы перегреются. Она определяется по формуле:

$$V_{S_{zP}} = \frac{S_{zP} \cdot z \cdot n}{1000}$$

Как мы видим, скорость подачи напрямую зависит от подачи на зуб – длину отрезка между траекториями движения двух соседних зубьев, т. е. это расстояние, которое прорезает зуб за 1 проход. Она зависит в основном от параметров станка и определяется по формуле:

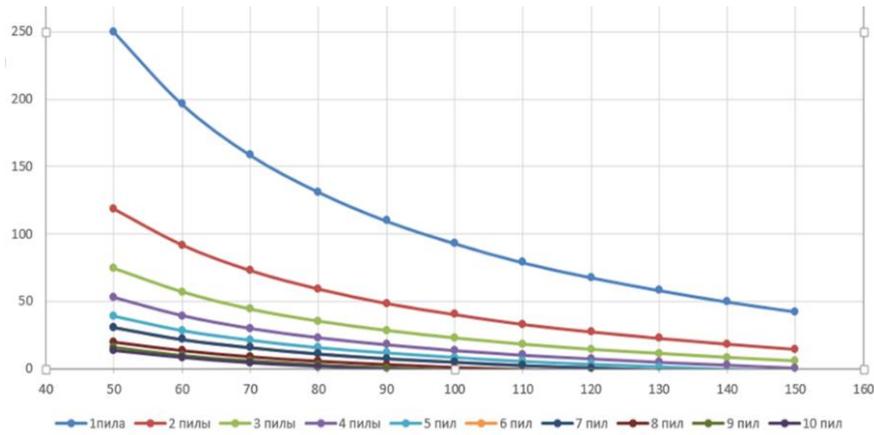
$$S_{zP} = \frac{F_x \frac{t}{l_k} - a_p p b_l}{\sin \theta (k b + a_{\Delta} l_k)}$$

Для построения графиков было взято 3 мощности: 30, 45, 55 кВт. Данный выбор был осуществлен на основании анализа данных из технических характеристик станков, указанных в учебнике Янушкевича А.А.

Расчеты мы произвели по аналитическим формулам профессора Бершадского и построили графики скоростей подачи по критериям мощности привода пилы, высоты бруса и количества пил.

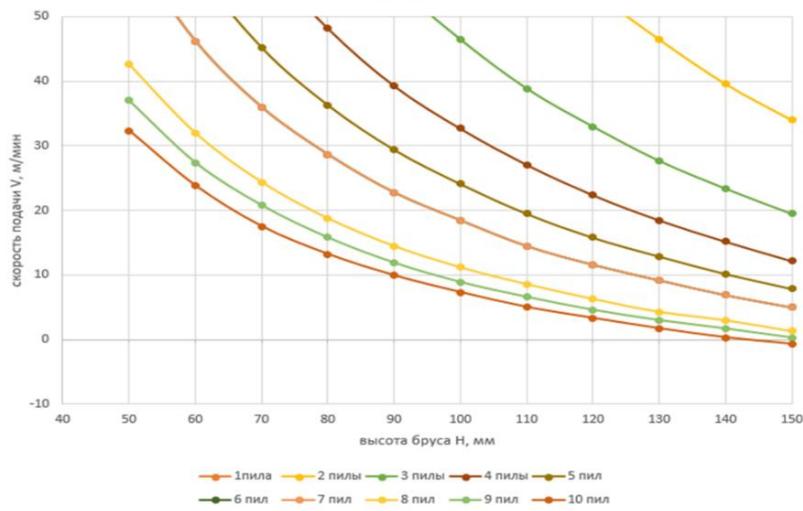
Некоторые значения подачи на зуб получились отрицательными, это свидетельствует о том, что мощности пил не хватает, чтобы прокрутить зуб через толщину материала.

По примеру первого графика (рисунок 1(а)) мы видим, что одну пилу ставить нельзя, т.к. слишком большую скорость подачи станок не сможет выдать. На рисунке 1 (б) и (в) представлены практические графики для определения скорости подачи для станков с мощностью резания 45 и 55 кВт.



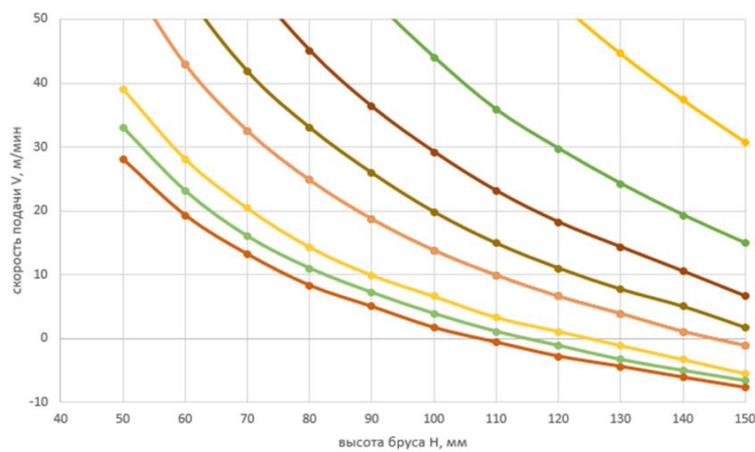
а

45 кВт



б

55 кВт



в

Рисунок 1 – Графики скоростей подачи

Таким образом, по данным графикам мы можем выбрать оптимальную скорость подачи бревен и брусьев при распиловке.

Студ. А.С. Басякова
Науч. рук. доц. В.В. Дударев
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

Энергосбережение в Республики Беларусь является одним из приоритетных государственных направлений в развитии народного хозяйства. Это обусловлено дефицитом собственных энергоресурсов, мировой конъюнктурой цен на углеводородное топливо, а также глобальными экологическими проблемами. Поэтому систематическая разработка и проведение энергосберегающих мероприятий в различных отраслях, в том числе и в лесном комплексе является объективной необходимостью.

В настоящей работе представлено технико-экономическое обоснование внедрения энергосберегающих мероприятий на ГП «Ратомское лесничество», разработанных на основе результатов энергоаудита:

1. Замена котла с низким КПД на высокоэкономичный;
2. Внедрение энергоэффективных блоков из ПВХ;
3. Термореновация ограждающих конструкций зданий;
4. Замена ламп накаливания на энергоэкономичные осветительные устройства;
5. Внедрение предизолированных труб.

Энергосберегающий эффект по каждому мероприятию выражался в общей экономии условного топлива [1]. Экономический эффект внедрения энергосберегающих мероприятий оценивался на основании расчёта стандартных экономических параметров:

1. Простой и динамический срок окупаемости;
2. Чистый дисконтированный доход;
3. Внутренняя норма доходности;
4. Индекс прибыльности [2].

Анализ выше перечисленных параметров показал, что внедрение разработанных энергосберегающих мероприятий целесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://energoeffekt.gov.by/news/news_2019/20190604_news1, 05.05.21.
2. http://energoeffekt.gov.by/programs/forming/progr_norm/2010-12-29-15-11-14, 05.05.21.

Студ. А.С. Еленский
Науч. рук. доц. С.В. Здитовецкая
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПУТЕМ ПЕРЕВОДА НА МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Энергосбережение является одним из приоритетных направлений национальной энергетической политики. В ближайшее время необходимо решить все научные и технические проблемы, связанные с созданием эффективных источников тепла за счет использования местных видов топлива и предусмотреть стимулирование за экономию топливно-энергетических ресурсов.

При переводе котлов на сжигание местных видов топлива происходит замещение импортируемых видов топлива и экономический эффект достигается за счет разности в стоимости сжигаемого топлива.

И в настоящее время производство энергии из возобновляемых источников, в том числе биомассы, динамично развивается в большинстве стран Европы. Древесное топливо имеет малую зольность (0,4–1,5%), незначительное содержание серы (менее 0,05%) и углекислотную нейтральность, так как при его сжигании выделяется такое же количество CO₂, как и при естественном распаде древесины.

С целью повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и надежности теплоснабжения в ГЛУ «Кличевский лесхоз» предлагается реконструкция котельной путем замены существующих котельных агрегатов на котлы СН 300, использующих в качестве топлива древесную щепу. Внедряемые котлы предназначены для получения горячей воды с рабочим давлением 0,6 МПа и температурой на выходе из котла 110°C, используемой в системах отопления и горячего водоснабжения.

После реконструкции котельной с учетом снижения цены топлива и его количества, необходимого для нагрева воды в системе отопления, затраты на топливо снизятся в 2 – 3 раза. Среднегодовая экономия топлива в стоимостном выражении составит 34436,16 руб., простой срок окупаемости – 4,26 года.

ЛИТЕРАТУРА

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

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Одним из приоритетных направлений развития Министерства энергетики Республики Беларусь является сокращение потребления тепловой и электрической энергии.

Основное назначение приточно-вытяжных систем вентиляции с рекуперацией тепла – это, во-первых, решение проблем с организацией подачи свежего приточного воздуха в помещения и удалением отработанного вытяжного воздуха из помещения. Во-вторых, экономия тепловой энергии на нагрев холодного приточного воздуха благодаря специальному утилизатору теплоты, который забирает тепло из удаляемого воздуха и передает его свежему подаваемому в помещение воздуху.

Целью выступления на конференции являлась демонстрация экономического эффекта от установки рекуперативных теплообменников в системе вентиляции на предприятии СОО «БЕЛВЕСТ». Также был произведен анализ устройства и принципа работы данных теплообменников; сравнение типов воздухоподогревателей, условий эксплуатации и их энергоэффективности [1]. Оценка их эффективности производилась на основании годовой экономии тепловой энергии и срока окупаемости мероприятия. Методика расчета данных параметров взята из руководства «Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий, 2020».

Расчеты показали значительную эффективность применения рекуперативных теплообменников в вентиляции административных зданий в сравнении с данными предыдущих лет на предприятия СОО «БЕЛВЕСТ». Так, мы имеем возможность экономить на отоплении 68,3 тыс. руб. каждый год после истечения срока окупаемости равного 6,8 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилевич Л.Н. Система принудительной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии удаляемого воздуха для жилых зданий. Руководство, 2015 г. – с 38–40.

**УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ
ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК**

Сжатый воздух широко используется в технологических процессах на промышленных предприятиях. Компрессорные установки потребляют большое количество электроэнергии. При сжатии эта энергия преобразуется в тепло, которое может использоваться для отопления помещений и горячего водоснабжения. Существуют решения по внедрению систем рекуперации как с имеющимися на предприятии компрессорами – это использование внешних блоков рекуперации, так и с новыми компрессорами, где система рекуперации в виде масляно-водяного теплообменника уже встроена в компрессор[1].

При сжатии воздуха необходимо решить вопрос надежного охлаждения. Охлаждение выполняется либо с привлечением внешнего воздуха, либо системой водяного охлаждения, которая может быть как открытого, так и закрытого типа. При воздушном охлаждении тепло, выделяемое компрессором, используется для отопления помещения. Для этого нагретый воздух после компрессора напрямую без каких-либо теплообменников-утилизаторов через систему воздухопроводов поступает в помещение. В зимний период горячий воздух подается в помещение, летом отводится на улицу через приточно-вытяжную систему. Фактором, ограничивающим использование такой системы рекуперации, является длина воздухопроводов. Расстояние не должно быть длинным, так как происходит падение давления и охлаждение воздуха в канале. При жидкостном охлаждении тепло, выделяемое компрессором, используется для нагрева воды. Преимуществом таких систем является возможность транспортировки тепловой энергии на большие расстояния. На ОАО «Сморгонский агрегатный завод» предусмотрена децентрализация системы сжатого воздуха. Рекомендуется установка компрессоров ВК 120-8ДВСК, имеющих встроенную систему рекуперации тепловой энергии, встроенный частотный преобразователь и осушитель, производства ЗАО «Ремеза» (Беларусь). Предварительный расчет экономии в натуральном выражении – 66,24 т у. т., в денежном выражении – 48070 руб., срок окупаемости – 0,72 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, Ю. В. Сжатый воздух / Ю. В. Кузнецов, М. Ю. Кузнецов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 510 с.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

Повышение теплозащитных свойств стен может быть достигнуто путем увеличения их термического сопротивления. Улучшение теплозащитных свойств здания с меньшими затратами может быть достигнуто путем применения теплоизоляции. Теплоизоляция – это основной фактор экономичности отопления здания в холодное время года и охлаждения – в теплое. Мероприятием по снижению тепловых потерь здания является утепление наружных стеновых ограждений с помощью теплоизоляции. Среди множества систем и способов утепления фасадов, строящихся и существующих зданий, наиболее популярным является система утепления стен зданий «термошуба» [1]. «Термошуба» – многослойная конструкция с тонким штукатурным слоем, предназначенная для утепления наружных стен жилых домов и административных строений, состоящая из следующих элементов:

- теплоизоляционный слой из минеральной ваты или пенополистирола, прикрепленный дюбелями-анкерами к поверхности;
- армирующий слой;
- декоративно-защитный слой с применением штукатурки.

В «термошубе» теплоизоляционный слой состоит или из минеральной ваты или пенополистирола. Минеральная вата характеризуется значительной устойчивостью к высоким температурам и действию химических веществ, обладает отличными тепло и звукоизоляционными свойствами.

Преимущества пенополистирольных плит: способность к формированию в сложные формы; высокая прочность на сжатие при низкой плотности; низкая динамическая жесткость, обеспечивающая качественную звукоизоляцию от ударного шума; теплоизоляция – хорошие тепловые свойства: низкая удельная теплопроводность, низкое термическое расширение, структурная стабильность в диапазоне температур от -180 до 80°С; низкая диффузия водяных паров и низкое водопоглощение; сопротивление широкому ряду химических и иных сред; стойкость к биологическому воздействию; антипиренные свойства (огнестойкость); пенополистирольные плиты, благодаря малому весу, легки в обращении и обработке, легко режутся; строительные конструкции можно склеивать при помощи цементных, гипсовых растворов, мастик;

изделия неядовитые, не имеют запаха и не образуют пыли; пенополистирол экологически безопасен, т.к. при изготовлении для теплоизоляции применяются вещества и газы неопасные для окружающей среды и здоровья человека; изделия не содержат химических соединений фреоновом ряда, вредных для озоновой оболочки. Пенополистирол обладает максимальным набором положительных свойств, необходимых для строительного материала. Как показали исследования, теплоизоляция с помощью ППС является одним из эффективнейших методов снижения энергопотребления [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцева, И.А. Исследования новых теплоизоляционных изделий / И.А. Румянцева. – М.: "НИИМОССТРОЙ", 2005.
2. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика / В.Н. Богословский. – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.

УДК 621.314

Студ. В.В. Шпадарук
Науч. рук. доц. Т.Б. Карлович
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

ЗАМЕНА УСТАРЕВШИХ СВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ НА СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ ИНВЕРТОРНОГО ТИПА

Одним из приоритетных направлений развития энергетики в Республики Беларусь является переход на энергоэффективное оборудование для производств.

Целью данного теоретического исследования является анализ рационального потребления электрической энергии сварочными аппаратами на ОАО «Минский вагоноремонтный завод». На предприятии имеются устаревшие неэнергоэффективные сварочные аппараты (выпрямители) типа РСГ, ВДГ и др. [1]. Эксплуатация сварочных аппаратов данного типа определяет нерациональный расход электроэнергии вследствие несовершенства технической конструкции указанных аппаратов: наличие входного силового трансформатора, дополнительных сварочных и сетевых дросселей, сложности настройки требуемого режима сварки. Это приводит к невысокому КПД работы трансформаторов – 64-72%. Предлагается заменить данные сварочные аппараты на более современные инверторные сварочные аппараты. Расчёт производится исходя из замены трёх устаревших сварочных аппаратов: первый из них рассчитан на ток $I = 500$ А, напряжение $U = 40$ В и имеет потребляемую мощность холостого хода $P = 3,1$ кВт (РСГ-500), второй – на ток

$I = 1000$ А, напряжение $U = 60$ В и имеет потребляемую мощность холостого хода $P = 4,2$ кВт, третий – на ток $I = 315$ А, напряжение $U = 40$ В и имеет потребляемую мощность холостого хода $P = 2,6$ кВт (ВДГ 303-3). КПД источников питания данных аппаратов согласно паспортным данным составляет порядка $\eta = 0,64$. Взамен данных сварочных аппаратов предполагается использовать инверторные сварочные аппараты типа Solaris MMA-251, рассчитанных на ток $I = 250$ А, напряжение $U = 30$ В и имеющие потребляемую мощность холостого хода $P = 0,1$ кВт. Их основными преимуществами являются: компактность, малый вес, стабильные сварочные характеристики при колебаниях напряжения сети, непрерывный процесс сварки, небольшое количество сварочных брызг, глубокая ванна. Теоретические расчеты показывают, что данное энергосберегающее мероприятие не требует больших денежных вложений и имеет малый срок окупаемости. Суммарные капиталозатраты, рассматриваемого мероприятия, составляют порядка 3,5 тыс. руб. Срок окупаемости – 0,3 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закс М. И., Каганский Б. А., Печенин Л. Трансформаторы для электродуговой сварки. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-е. – 1988. – 136 с.

УДК 661.937

Студ. Д.В. Головкова
Науч. рук. доц. Т.Б. Карлович
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОАО «КРИОН»

В настоящее время вопросы экономического развития государства и его энергетической безопасности очень тесно связаны с вопросами потребления энергии. ОАО «КРИОН» выпускает продукты разделения воздуха: азот, кислород, аргон и является крупным потребителем тепловой и электрической энергии. Наибольшую часть себестоимости производимой продукции составляют материальные затраты на топливно-энергетические ресурсы, в частности на электрическую энергию. Основным потребителем электрической энергии на предприятии является компрессорное оборудование блоков разделения воздуха. В настоящее время для транспортировки газообразного азота потребителям используется центробежный воздушный компрессор, работающий

непрерывно и с заданной производительностью. За последнее время основные потребители снизили объемы ежемесячного потребления газообразного азота, тем самым ухудшились показатели энергоэффективности работы компрессора.

Исходя из максимального часового потребления газообразного азота потребителями, для предприятия предлагается рассмотреть внедрение винтового компрессора с автоматической системой регулирования частоты вращения электропривода. Изучив целесообразность внедрения частотно-регулируемого привода, технические характеристики оборудования, конструктивные особенности, в качестве аналога внедряемого оборудования выбран двухступенчатый безмасляный винтовой компрессор ZR700VSD-8,6 ER специального исполнения для компримирования азота. В результате экономия электрической энергии будет достигаться за счёт того, что приводной механизм компрессора будет регулировать его производительность в зависимости от текущего потребления, при этом электродвигатель будет работать в режиме оптимального КПД [1-3]. Целью теоретических исследований явился анализ годовой экономии электроэнергии от внедрения энергоэффективного азотного компрессора посредством вычисления годовых расходов электрической энергии с новым и существующим азотными компрессорами. Далее произведён расчёт экономии условного топлива за счет снижения потребления электрической энергии, также представлен эффект в денежном эквиваленте. Срок окупаемости от внедрения данного мероприятия рассчитывался исходя из планируемых инвестиций и эффекта в денежном эквиваленте. Планируемые инвестиции включали стоимости внедряемого компрессора, строительно-монтажных, пуско-наладочных и проектных работ.

В методике расчета учитывались такие параметры как время работы компрессора, мощность компрессора, среднегодовой коэффициент использования компрессора, фактический удельный расход топлива на отпуск электрической энергии на замыкающей станции в энергосистеме, коэффициент потерь электроэнергии в электрических сетях ГПО «Белэнерго» (с учетом распределительных сетей), стоимость 1 тонны условного топлива, планируемые инвестиции.

Исследования показали, что для ОАО «КРИОН» целесообразно рассмотреть внедрение азотного компрессора с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРЭП) с целью повышения надёжности снабжения газообразным азотом имеющих потребителей, а также достижения экономии за счёт регулирования производительности в зависимости от текущего потребления азота. Реализация данного мероприя-

тия позволит получить экономию в пределах до 15...20 % от существующего годового электропотребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавренченко Г.К. «Криогенмаш» и ММЗ «ИСТИЛ» (Украина): создание современного производства продуктов разделения воздуха / Технические газы. – 2007. – №2. – С. 39-47.
2. Сакун И.А. Винтовые компрессоры. – Л.: Машиностроение, 1970. – 400 с.
3. Носков А.Н. Тепловой и конструктивный расчет холодильного винтового компрессора: учеб.-метод. пособие / СПб.: Университет ИТМО. – 2015. – 31 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

<i>Петрашкевич Л.Г., Юрения А.В.</i> Создание лесных культур сосны обыкновенной на дерново-подзолистых песчаных почвах Каменского лесничества ГЛХУ «Воложинский лесхоз».....	4
<i>Невмержицкая Л.В., Ребко С.В.</i> Влияние селекционной категории семян на рост искусственных насаждений сосны обыкновенной.....	5
<i>Мацкевич Е.Л., Поплавская Л.Ф.</i> Селекционная оценка насаждений сосны обыкновенной Ушачского лесхоза.....	8
<i>Житинец О.А., Тупик П.В.</i> Селекционная оценка сосновых насаждений в ГЛХУ «Брестский лесхоз»	10
<i>Глусцов Е.Д., Носников В.В.</i> Совершенствование технологии выращивания посадочного материала дуба черешчатого на примере ГОЛХУ «Речицкий опытный лесхоз».....	12
<i>Тишалович А.В., Бахур О.В.</i> Особенности использования парковых Территорий г. Минска для организации орнитологических экскурсий.....	14
<i>Бруцкая В.В., Бахур О.В.</i> Анализ состояния охотничьего хозяйства ГЛХУ «Старобинский лесхоз».....	16
<i>Пугачев Д.Н., Бахур О.В.</i> Анализ включения природных объектов в сферу экологического и охотничьего туризма.....	18
<i>Селицкий Р.С., Подошвелев Д.А.</i> Формирование популяций семейства оленьих в различных фитоценозах.....	20
<i>Карканица Д.А., Бессараб Д.А.</i> Использование геологических объектов в экологическом туризме на примере музея валунов.....	22
<i>Гаврилова А.Д., Шапорова Я.А.</i> Мировой и отечественный опыт развития «зеленых» технологий в лесопарках	24
<i>Пинчук А.Г., Гладкевич Е.Е., Арловская А.В., Сидельник Н.Я.</i> Зонирование территории ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» по видам рекреации с использованием ГИС-технологий.....	26
<i>Пинчук А.Г., Шульга Е.А., Невмержицкая Л.В., Сидельник Н.Я.</i> Эстетическая оценка лесных ландшафтов ГЛХУ «Жлобинский лесхоз» с использованием ГИС-технологий	28
<i>Погорельский В.А., Севко О.А.</i> Зависимость таксационных показателей сосны и ели от Влияния пространственной структуры в смешанном древостое.....	30
<i>Кононович М.П., Минкевич С.И.</i> Анализ основных ТНПА по лесопользованию	32
<i>Кононович М.П., Минкевич С.И.</i> Анализ баз данных белорусских держателей международных лесных сертификатов	34
<i>Гормаш У.С., Бурганская Т.М.</i> Перспективы использования парковых роз в ландшафтном дизайне	36
<i>Данилович А.А., Бурганская Т.М.</i> Сортовое разнообразие лапчатки кустарниковой в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».....	37
<i>Десюкевич Д.В., Бурганская Т.М.</i> Разнообразие гортензий в декоративном питомнике «Красный клен» г. Минска.....	39

<i>Жевжик К.И., Серко Н.В.</i> Зарубежный опыт ландшафтной организации малых озелененных городских пространств.....	41
<i>Козловская М.Д., Берёзко О.М.</i> Современные приемы озеленения фасадов...	43
<i>Лукьянова Н.В., Бурганская Т.М.</i> Особенности использования цветочных культур в вертикальном озеленении территории Заводского района г. Минска.....	45
<i>Лю Синькэ., Макознак Н.А.</i> Возможности применения технологии BIM+Lumion в ландшафтном проектировании селитебных территорий	47
<i>Лю Шуай., Берёзко О.М.</i> Значимость биоразнообразия в городе.....	49
<i>Мысьютина А.А., Волченкова Г.А.</i> Принципы подбора ассортимента растений для озеленения интерьеров общественных зданий.....	51
<i>Островская А.С., Бурганская Т.М.</i> Перспективные декоративные формы можжевельников для выращивания в контейнерной культуре.....	53
<i>Садовская Л.Н., Потаев Г.А.</i> Приемы индивидуализации пространства внутри городской жилой застройки в зарубежной практике.....	55
<i>Яронская А.Л., Потаев Г.А.</i> Опыт зарубежной и отечественной практики ландшафтной организации малых садов в городской жилой застройке	57
<i>Гром О.И., Евсеева О.П.</i> Возможности использования стабилизированных растений в дизайне интерьера.....	59
<i>Петров Н.А., Евсеева О.П., Толкач О.Я.</i> Способы стабилизации растений	61
<i>Ракова А.В., Евсеева О.П., Толкач О.Я.</i> Стабилизация отдельных представителей отдела лишайники и мохообразные в растворе глицерина	63
<i>Шуляк С.И., Клыш А.С.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Бостынского лесничества ГЛХУ «Лунинецкий лесхоз».....	65
<i>Дубровник Н.Ю., Блинцов А.И., Смурга В.С.</i> Роль вершинного короэда в формировании текущего и общего отпада в сосновых насаждениях Лидского лесничества	67
<i>Дубровник Н.Ю., Блинцов А.И., Смурга В.С.</i> Особенности развития вершинного короэда в сосняках разных типов леса и возраста.....	69
<i>Чурюмов Д.Е., Голубёнков И.В., Мельник П.Г.</i> Динамика роста и продуктивность Ивано-Франковского экотипа лиственницы европейской в условиях Москворецко-Окской равнины	70
<i>Андреев Г.А., Мельник П.Г.</i> Качественная оценка подростка ели европейской в Никольской лесной даче.....	72

**Секция
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
И ДИЗАЙНА**

<i>Свекла Д.А., Протас П.А.</i> Организация охраны труда в лесопромышленном производстве.....	75
<i>Черновалова В.Р., Протас П.А.</i> Анализ условий работы операторов харвестеров.....	77
<i>Евкович И.А., Протас П.А.</i> Оценка эксплуатационных условий при освоении лесфонда в Республике Беларусь.....	78

<i>Потапов К.П., Протас П.А.</i> Способы очистки лесосек в Республике Беларусь и их анализ.....	80
<i>Петрович К.А., Протас П.А.</i> Технологии и системы машин для рубок ухода.....	81
<i>Свекла Д.А., Сийль А.А., Леонов Е.А.</i> Перспективы применения двухступенчатой трелевки.....	82
<i>Свекла Д.А., Сийль А.А., Леонов Е.А.</i> Сравнительная оценка традиционной и двухступенчатой трелевки.....	84
<i>Мендель В.А., Карсюк Р.А., Голякевич С.А.</i> Моделирование контактного взаимодействия колеса форвардера с опорной поверхностью конечно-элементным методом.....	85
<i>Зубкова В.В., Короленя Р.О.</i> Управление бизнес-процессами предприятий лесного комплекса на основе моделей динамического программирования.....	87
<i>Ильева Е.С., Короленя Р.О.</i> Аутсорсинг логистических услуг организациями лесного комплекса.....	89
<i>Кмита К.С., Сенькевич Н.С., Короленя Р.О.</i> Современные информационные технологии в логистике.....	91
<i>Пашкевич К.С., Домбовский А.В., Короленя Р.О.</i> Анализ возможностей систем распознавания образов для лесной промышленности.....	93
<i>Вилюнов Е.С., Мисуно Ю.И.</i> Ресурсный потенциал развития пеллетного производства в Республике Беларусь.....	95
<i>Цмак М.М., Мисуно Ю.И.</i> Оптимизация транспортно-логистических процессов лесозаготовительного производства.....	97
<i>Занько Н.И., Насковец М.Т.</i> Создание банка данных при организации вывозки древесины.....	99
<i>Цмак М.М., Насковец М.Т.</i> Совершенствование перевозки круглых лесоматериалов при использовании системы мультилифт.....	101
<i>Чернявский В.В., Германович А.О.</i> Особенности применения дробильных машин на лесопромышленных предприятиях.....	103
<i>Борисевич А.А., Лось А.М.</i> Новые перспективные материалы и технологии в проектировании и изготовлении машин и механизмов.....	104
<i>Вергейчик А.В., Бельский С.Е.</i> Анализ основных причин разрушения металлорежущего инструмента.....	106
<i>Пивоварчик К.В., Бельский С.Е.</i> Влияние финишной механической обработки на структуру и свойства поверхностного слоя инструмента.....	108
<i>Подоляк И.Н., Сурус А.И., Лось А.М.</i> Изучение возможности диффузионного упрочнения технологической оснастки.....	110
<i>Придачук О. С., Блохин А.В.</i> Технология аддитивного синтеза для изделий из металлов и сплавов на их основе.....	112
<i>Скворцов А.Д., Пищцов М.Н.</i> Повышение износостойкости конструкционных сталей для деталей трансмиссий лесных машин путем их поверхностного упрочнения.....	114
<i>Тришкина В.В., Осоко С.А.</i> Веб-сервис "Расчет поликлиноременной передачи".....	116
<i>Шестак А.А., Осоко С.А.</i> Веб-сервис «Расчет плоскоременной передачи».....	117

<i>Шпилевская П. А., Осоко С.А.</i> Веб-сервис «Расчет размерных цепей».....	118
<i>Яворский А.В., Лось А.М.</i> Материалы и способы упрочнения зубьев зубчатых колес.....	119
<i>Митуневич А.В., Раповец В.В.</i> Проектирование четырехножевой торцово-конической фрезы.....	121
<i>Занько В.А., Гриневич С.А.</i> Анализ динамики лесопильной рамы.....	123
<i>Астрейко А.С., Лукаш В.Т.</i> Анализ ТНПА, регламентирующих безопасный уровень шума на рабочих местах деревообрабатывающих предприятий.....	125
<i>Кобец М.В., Гришкевич А.А.</i> Пила дисковая с быстросъемными режущими элементами.....	126
<i>Шут Ф.В., Гришкевич А.А.</i> Программное обеспечение для автоматического расчета конструкторско-технологических задач.....	128
<i>Жаврид А.Б., Гришкевич А.А.</i> Конструктивное совершенствование сверлильного инструмента для улучшения качества получаемых поверхностей.....	130
<i>Сулжиз Д.С., Гришкевич А.А.</i> Технологическое совершенствование фрезерного инструмента уменьшающего мощность резания.....	133
<i>Сокульский Ю.В., Лукаш В.Т.</i> Технические и технологические решения по уменьшению шума на рабочих местах деревообрабатывающих предприятий.....	135
<i>Хмельник А.В., Рудак О.Г.</i> Способы повышения производительности мебельных производств.....	136
<i>Вышинский Т.Е., Ручкина Е.В.</i> Современные тенденции в отделке мебели в 2020–2021 годах.....	138
<i>Павловский О.В., Ручкина Е.В.</i> Особенности процесса ультрафиолетового отверждения пигментированных и прозрачных покрытий.....	140
<i>Воротницкая А. И., Игнатович Л.В.</i> Внешнеэкономическая деятельность деревообрабатывающей промышленности.....	142
<i>Шершнева А.В., Гайдук С.С.</i> Фурнитура для шкафов.....	144
<i>Сенченя Н.Д., Гайдук С.С.</i> Мебель своими руками.....	146
<i>Данилевич А.А., Рудак О.Г.</i> Особенности производства кухонной мебели.....	148
<i>Бобков А.В., Козлов Н.Г., Чуйков А.С.</i> Применение модифицированной древесины в производстве мебели.....	149
<i>Шиман Е.В., Ручкина Е.В.</i> Контроль качества мебельной продукции по стандарту «Икеа 4SIP».....	151
<i>Наумович Д.А., Рудак О.Г.</i> Японская технология декоративной обработки деталей из массива древесины в производстве мебели.....	153
<i>Татарицкий А.Ю., Федосенко И.Г.</i> Влияние влажности сырья на формуемость коры в процессе получения топливных гранул.....	155
<i>Данилевич А.А., Дубоделова Е.В., Веретиков И.И.</i> Анализ клеящей способности различных синтетических клеев, используемых в клеевых изделиях из древесины.....	157
<i>Стефанович А.И., Леонович О.К.</i> Исследование огнезащитной эффективности древесины сосны пропитанной очищенным поликарбосилатным лигнином.....	159

<i>Мазало Н.А., Леонович О.К.</i> Исследование долговечности древесины, пропитанной водорастворимыми и масляными антисептиками.....	161
<i>Сухаревский С.И., Леонович О.К.</i> Современная технология браширования фанеры.....	163
<i>Дунец А.А., Леонович О.К.</i> Исследования по повышению гидрофобных свойств фанеры.....	165
<i>Гайко В.С., Леонович О.К.</i> Разработка и расчет теплопереноса в ограждающих конструкциях.....	167
<i>Фисунова А.В., Божелко И.К.</i> Оценка эффективности антисептиков для древесины, эксплуатируемой климатических условиях.....	169
<i>Божко Д.В., Божелко И.К.</i> Расчет напряженно- деформированного состояния деревянного бруса при четырехточечном изгибе.....	171
<i>Кугакова К.В., Сойка А.П., Божелко И.К.</i> Исследование удельного сопротивления выдергиванию шурупов из различных материалов.....	173
<i>Коновалова А.А., Божелко И.К.</i> Полигонные испытания транспортных антисептиков.....	174
<i>Коновалова А.А., Божелко И.К.</i> Полигонные испытания транспортных антисептиков.....	176
<i>Домашкевич А.С., Веретиков И.И.</i> Анализ влажностного воздействия на прочностные показатели фанерной продукции.....	178
<i>Рябухин Н.Н., Веретиков И.И.</i> Влияние диаметра бревен на процентный выход пиломатериалов.....	180
<i>Лисица В.С., Фидельский С.С., Бабич Д.П.</i> Диаграммы для определения скорости подачи бревен и брусьев при их распиловке на многопильных круглопильных станках.....	182
<i>Басякова А.С., Дударев В.В.</i> Повышение энергоэффективности административного здания.....	184
<i>Еленский А.С., Здитовецкая С.В.</i> Модернизация котельной путем перевода на местные виды топлива.....	185
<i>Немирович А.С., Сухоцкий А.Б.</i> Модернизация приточно-вытяжной системы вентиляции.....	186
<i>Трусевич А.А., Здитовецкая С.В.</i> Утилизация тепловых вторичных энергоресурсов при охлаждении компрессорных установок.....	187
<i>Шакель Е.Ю., Фарафонов В.Н.</i> Разработка мероприятий по снижению тепловых потерь административного здания.....	188
<i>Шпадарук В.В., Карлович Т.Б.</i> Замена устаревших сварочных аппаратов на сварочный аппарат инверторного типа.....	189
<i>Головкова Д.В., Карлович Т.Б.</i> Повышение энергоэффективности оборудования на ОАО «КРИОН».....	190

Научное издание

**Тезисы докладов
72-й научно-технической конференции
учащихся, студентов и магистрантов**

Часть 1

Электронный ресурс

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *Д.В. Шиман, С.Е. Арико,
С.В. Бушева, Е.О. Черник*

Усл. печ. л. 11,51. Уч.-изд. л. 11,88.

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