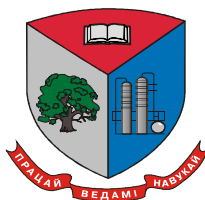


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»
Минское областное отделение РГОО
«Белорусское общество «ЗНАНИЕ»
Международное общество ученых технического образования

*Посвящается
185-летию со дня рождения Д.И. Менделеева
160-летию лесотехнического образования Беларуси
55-летию организации НИЧ БГТУ*



ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Материалы докладов 83-й научно-технической конференции
профессорско-преподавательского состава,
научных сотрудников и аспирантов
(с международным участием)**

4–14 февраля 2019 года

Минск 2019

УДК 630*3+674 (06)(07.034.44)

ББК 43я73

Т 50

Технология и техника лесной промышленности: материалы 83-й науч.-технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 04–14 февраля 2019 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2019. – 162 с.

В сборник включены основные результаты научных исследований и научно-исследовательских работ, выполненных профессорско-преподавательским составом и аспирантами БГТУ, а также других учреждений образования, научных организаций и ведомств в 2018 году.

Представленные исследования являются результатом решения актуальных теоретических и прикладных вопросов создания и эксплуатации лесозаготовительных машин и оборудования, совершенствования и разработки ресурсосберегающих технологий лесозаготовок и деревообработки, проектирования, строительства и эксплуатации лесных автомобильных дорог.

Часть исследований посвящена общетехническим и отраслевым проблемам создания новых конструкций дереворежущего инструмента, конкурентоспособных материалов, рационального и комплексного их использования, исследованиям процессов резания, сушки и огне-биозащиты древесины.

Полученные результаты теоретических исследований и их практическая апробация, могут быть использованы научными сотрудниками и специалистами практиками для применения в лесной и деревообрабатывающей промышленности, лесном машиностроении и станкостроении, строительстве и эксплуатации лесных дорог.

Рецензенты: Соловьева Т.В., д-р техн. наук, профессор

Кунтыш В.Б., д-р техн. наук, профессор

Лыщик П.А., канд. техн. наук, профессор

Главный редактор

ректор, д-р техн. наук, профессор И. В. Войтов

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Подсекция «Технология и оборудование лесозаготовительной промышленности»

<i>Креч В.И., Хорошун Н.В.</i> Показатели социально – экономического развития организаций Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, достигнутые за 2018 год и задачи на 2019 год	7
<i>Насковец М.Т., Росссоха Е.В., Хорошун Н.В.</i> Новая сортиментовозная техника для лесного хозяйства Республики Беларусь с целью совершенствование вывозки древесины	9
<i>Герман А.А.</i> Перспективы развития отечественных лесных машин «Амкодор»	10
<i>Лащенко А. П.</i> Оптимизация выбора трассы автомобильной дороги с использованием теории графов	12
<i>Лащенко А. П.</i> Решение задачи по определению напряженно-деформированного состояния слоистых систем с учетом реологических свойств материалов	13
<i>Лой В.Н., Германович А.О.</i> Определение размерно-компоновочных и технико-эксплуатационных параметров самоходной рубильной машины на базе форвардера «АМКОДОР»	15
<i>Германович А.О., Йорн Эрлер</i> Особенности научной и образовательной деятельности технического университета г. Дрездена	16
<i>Гурский А.В.</i> Лесозаготовительные машины «Комацу» в Республике Беларусь	18
<i>Протас П.А., Ледницкий А.В.</i> Ведущие принципы «зеленой экономики» и их внедрение в лесное хозяйство Республики Беларусь	19
<i>Насковец М.Т., Жарков Н.И., Бовтрель А.К.</i> Исследование прочности дорожных одежд жесткого типа, устраиваемых с применением геосинтетических материалов на участках с избыточным увлажнением грунтов	21
<i>Арико С. Е., Кононович Д. А., Мохов С. П.</i> Анализ эффективности применения комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов	23
<i>Жарков Н.И., Бовтрель А.К.</i> Практика применения и рекомендации по использованию продукта глинисто минерализованного ОАО «Беларуськалий» для устройства противопожарных разрывов в лесных хозяйствах	25
<i>Лёгкий В.В.</i> Высокопроизводительные машины JENZ GMBH. Гибридный привод	27
<i>Шошин А. О., Мохов С. П., Барыляк В. В.</i> Разработка рекомендаций по эксплуатации мобильных канатных трелевочных установок в условиях заболоченного лесосечного фонда	29
<i>Салминен Э.О., Борозна А.А., Насковец М.Т.</i> Информационная система контроля оборота лесоматериалов	31
<i>Голякевич С. А.</i> Имитационное моделирование технологического оборудования форвардера как мехатронной системы	33
<i>Голякевич С. А.</i> Результаты имитационного моделирования манипулятора форвардера KESLA 600-1	34
<i>Лыщик П. А., Науменко А. И.</i> Улучшение свойств грунтов введением комплексного вяжущего	36
<i>Лыщик П. А., Бавбель Е. И., Науменко А. И.</i> Повышение прочности грунтово-цементных смесей путем введения фиброволокна	37
<i>Лыщик П. А., Бавбель Е. И., Кипра В. А.</i> Использование битумной эмульсии для укрепления малопрочных грунтов	39
<i>Анисимов П.Н., Онучин Е.М.</i> Разработка автономного энергообеспечения систем машин для лесосечных работ на примере производства топливной щепы	41

<i>Платонов А.А.</i> К разработке показателей исследования транспортной сети лесообеспеченных регионов	43
<i>Четверикова И. В., Попиков П. И.</i> Модернизация гидропривода машин манипуляторного типа	45
<i>Голякевич С. А., Мохов С.П., Гороновский А. Р., Кононович Д. А.</i> Энергетический анализ режимов работы манипулятора как основа автоматизации погрузочно-разгрузочных операций	47
<i>Клоков Д. В., Леонов Е. А., Духовник А. А.</i> Оценка применения грузоподъемного оборудования на станции отгрузки лесоматериалов	49
<i>Мисуно Ю. И., Шошин А. О., Протас П. А., Корогвич Д.В.</i> Понятие труднодоступного лесфонда для условий Республики Беларусь	50
<i>Исаченков В. С., Симанович В. А., Шиленок А. В., Скурко А. Г.</i> Особенности расчета производительности колесной трелевочной машины при работе на грунтах со слабой несущей способностью	52
<i>Лыско Д. С.</i> Методика выбора технологии производства топливной щепы в условиях лесохозяйственных учреждений Республики Беларусь	54
Подсекция «Технология и оборудование деревообрабатывающей промышленности»	
<i>Шетько С.В., Прохорчик С.А., Гайдук С.С., Чуйков А.С.</i> Исследование влияния концентрации модифицирующей добавки Troysol Lac на адгезионную прочность лакокрасочных покрытий на водной основе	56
<i>Барташевич А.А., Игнатович Л.В., Журавский Н.А., Баитовая Е.А.</i> Исследование реологических показателей модифицированных защитно-декоративных материалов	58
<i>Трофимов С. П.</i> Влияние динамических воздействий на углоестественного откоса измельченной древесины	60
<i>Федосенко И. Г.</i> Перспективы использования коры деревьев в экодизайне экстерьера и интерьера зданий	61
<i>Леонович О. К.</i> Концепция развития экологически безопасного деревянного домостроения в Республике Беларусь	63
<i>Рудак О.Г., Шетько С.В.</i> Разработка рациональных режимов сушки пиломатериалов в условиях производства	66
<i>Веретиков И.И.</i> Сравнительный анализ прочностных показателей фанерной продукции при изучении температурно-влажностного воздействия путем применения стандартного и разрушающего методов контроля	68
<i>Антоник А.Ю., Божелко И. К.</i> Биовлагозащитные средства для пропитки деревянных конструкций и изделий	70
<i>Чесновский Е.В., Федосенко И. Г.</i> Прогнозирование качественных характеристик древесины по скорости проходящего звука	72
<i>Снопков В. Б., Бабич Д. П., Горбацевич К. Ю.</i> Влагопроводность древесины вдоль волокон	74
<i>Барташевич А.А., Гайдук С.С., Игнатович Л.В.</i> Мебель для маломобильных групп населения	75
<i>Игнатович Л.В., Скроцкий А.И.</i> Перспективы модификации рецептуры клеевых композиций для склеивания фанеры с целью улучшения физико-механических свойств продукции	77
<i>Игнатович Л.В., Скроцкий А.И.</i> Повышение экологических характеристик древесных композиционных материалов путем совершенствования рецептуры клеевой композиции	78
<i>Игнатович Л.В., Федосенко И.Г., Шишло С.В., Скроцкий А.И.</i> Исследование возможности расширения использования цементно-стружечных и цементно-волокнистых плит в мебельном производстве	79

<i>Гришкевич А.А., Гаранин В.Н., Юдицкий А.Ю.</i> Результаты исследований влияния зернистости шлифовальной шкурки на величину энергии отрыва продуктов резания	81
<i>Гришкевич А.А., Гаранин В.Н., Болочко Д.Л.</i> Особенности самозатачивания лезвияют силового контакта с обрабатываемым древесным материалом	83
<i>Гришкевич А. А., Гаранин В. Н., Алифировец Г. В.</i> Новая конструкция адаптивной фрезы сборной для профилятора фрезерно-брусующих машин	85
<i>Гришкевич А.А., Лукаш В.Т., Ивицкий В.А.</i> Новая конструкция пилы дисковойс ножами-стабилизаторами	87
<i>Гаранин В.Н., Гришкевич А.А., Болочко Д.Л.</i> Определение влияния касательной составляющей силы резания на звуковое давление при фрезеровании сосны	89
<i>Гришкевич А.А., Аникеенко А.Ф., Бараненко П.А.</i> Инженерное решение дистанционного управления углами резания лезвийного инструмента в режиме его работы	91
<i>Машорипова Т. А., Аникеенко А. Ф.</i> Новая конструкция сверла сборного для обработки ламинированных древесностружечных плит	93
<i>Гриневич С.А., Зыков И.А.</i> Экспериментальная установка для исследования процесса пиления ЛДСП подрезными пилами	95
<i>Гриневич С.А., Каравачкий М.И.</i> Исследование влияния затупления инструмента на силовые показатели процесса резания при фрезеровании древесины	97
<i>Клепацкий И. К., Раповец В. В.</i> Повышение технологической стойкости лезвий малоножевых фрез фрезерно-брусующих станков	99
<i>Раповец В.В., Розин Б.М., Гуцинский Н.Н.</i> Многокритериальная оптимизация режимов деревообработки фрезерованием	101
<i>Гришкевич А. А., Гриневич С. А., Алифировец Г. В.</i> Экспериментальная установка на базе станка ШО16-4 для изучения процесса фрезерования древесины	103
<i>Сторожук В. Н., Ференц О. Б., Сомар Г. В., Копинец З. П.</i> Влияние собственных частот свободных крутильных колебаний пильного валана уровень генерируемого шума	105
<i>Цапко Ю.В., Цапко О.Ю.</i> Тенденции создания огнезащитных композиций для строительных конструкций	107
<i>Гайдук С.С., Пилатов К.А.</i> Проектирование мебели для автоприцепов	108
<i>Гайдук С.С., Касперович Т.А.</i> Оценка физико-механических показателей лакокрасочных покрытий древесины	110

Подсекция «Общетехническая»

<i>Киселев С.В., Блохин А.В., Лукаш В.Т., Лось А.М.</i> Оценка устойчивости узких ленточных пил, прошедших упругопластическоедеформирование	112
<i>Царук Ф. Ф., Блохин А. В., Бельский С. Е., Пищов М. Н.</i> Влияние лазерного поверхностного упрочнения на усталостные характеристики вторичных литейных алюминиевых сплавов	114
<i>Бельский С.Е., Левитан В.Б.</i> Определение рациональных температурно-временных параметров поверхностного упрочнения стали 45ХЗВЗМФС	115
<i>Блохин А.В., Бельский С.Е.</i> Анализ частотной зависимости критических напряжений усталостного разрушения алюминиевых сплавов	117
<i>Бельский С.Е., Русецкий А.Ч., Авдейчик А.О.</i> Исследование особенностей разрушения деталей насосных агрегатов нефтехимической отрасли	119
<i>Сурус А.И., Пищов М.Н., Лось А.М., Духовник А.Н.</i> Исследование различных методов упрочнения деталей трансмиссий лесных машин и технологической оснастки	121
<i>Сурус А.И., Пищов М.Н., Духовник А.Н.</i> Кинетика изнашивания борсодержащих слоев для последующего упрочнения деталей трансмиссий лесных машин	123

<i>Царук Ф. Ф., Блохин А. В., Сурус А. И., Пищов М. Н., Духовник А. Н.</i> Фрактографические особенности усталостного разрушения графитизированных сталей	125
<i>Куис Д.В., Соколов И.О., Свидуневич Н.А., Кравченко А.С., Раковец А.С., Григорьев И.Е., Пальченко П.И.</i> Влияние добавок нанокремниевых компонентов на структуру и свойства газотермических композиционных покрытий	126
<i>Латушкина С.Д., Шкробот В.А., Куис Д.В., Рудько Ю.Г.</i> Многокомпонентные защитные вакуумно-плазменные покрытия для теплонагруженных деталей и инструментов, работающих в условиях коррозионно-механического изнашивания	127
<i>Свидуневич Н.А., Куис Д.В., Окатова Г.П., Урбанович В.С., Седов А.И., Раковец А.С., Рудько Ю.Г.</i> Особенности определения трещиностойкости наноструктурных композиционных материалов на основе нанокремния с добавками бора и железа	128
<i>Куис Д.В., Свидуневич Н.А., Раковец А.С., Григорьев И.Е., Пальченко П.И.</i> Использование сталей ледебуритного класса с градиентом свойств по сечению для инструментальной и технологической оснастки, работающей в условиях пульсирующего нагружения	129
<i>Куис Д.В., Свидуневич Н.А., Волочко А.Т., Лежнев С.Н., Раковец А.С., Рудько Ю.Г.</i> Особенности структурообразования высокопрочного чугуна, модифицированного комплексными модификаторами, содержащими нанокремниевые добавки	130
<i>Карпович С.И., Рапичук Л.А., Карпович С.С.</i> Повышение эксплуатационных показателей ножей рубильных машин при заготовке топливной щепы	132
<i>Карпович С.С., Левитан В. Б., Раковец А.С., Карпович С.И.</i> Структура сварного шва при изготовлении биметаллических заготовок сваркой взрывом	134
<i>Касперов Г.И., Байдук А.В., Левкевич В.Е., Мильман В.А.</i> Натурные обследования гидротехнических сооружений на водоемах технического назначения	136
<i>Касперов Г.И., Байдук А.В., Левкевич В.Е., Мильман В.А.</i> База данных водоемов технического назначения для ведения мониторинга их состояния	138
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А. Т., Абдешев К.Б.</i> Экологически безопасная технология промывки засоленных земель	140
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А. Т., Адильбектеги Г.А.</i> Оценка экологической продуктивности природных ландшафтов	142
<i>Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж.С., Жатканбаева А.О.</i> Контур и объем увлажнения почвы при капельном орошении	144
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А. Т., Жусупова Л. К.</i> Обоснование способов освоения засоленных земель	146
<i>Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж.С., Даулетбай С.Д., Таженова А.И.</i> Модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу	148
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А. Т., Адильбектеги Г.А.</i> Моделирование биоклиматического потенциала природных ландшафтов	150
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А. Т., Ескермесов Ж.Е.</i> Оценка функционирования гидроагrolандшафтов бассейна реки Сырдарья	152
<i>Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж.С., Тастемирова Б.Е.</i> Особенности формирования гидрохимического режима стока водосбора бассейна реки Тобыл	154
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А. Т., Мустафаев К.Ж., Ешмаханов М.К., Турсынбаев Н.А.</i> Оценка экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов	156
<i>Соколова В.А., Войнаш С.А.</i> Новые методы производства профилированных строительных изделий древесины	159

УДК 630.3

В.И. Креч, зам. Министра;
Н.В. Хорошун, начальник отдела
промышленного производства, м.э.н., м.т.н.
(Министерство лесного хозяйства РБ)

ПОКАЗАТЕЛИ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ МИНИСТЕРСТВА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ДОСТИГНУТЫЕ ЗА 2018 ГОД И ЗАДАЧИ НА 2019 ГОД

Техническое перевооружение лесозаготовительных мощностей, привлечение сторонних лесозаготовителей, строительство лесохозяйственных дорог позволило заготовить 19,5 млн. куб. м ликвидной древесины. В сравнении с 2017 годом заготовка древесины увеличилась на 1,6 млн. куб. м.

В организациях Министерства лесного хозяйства работают 300 харвестеров, 326 форвардеров, 790 сортиментовозов, 1230 машин погрузочно-транспортных и др. техника. В 2018 году лесхозами отрасли приобретено лесозаготовительной техники и оборудования на сумму порядка 68,5 млн. руб. Заготовка древесины харвестерами с учетом услуг в организациях Минлесхоза составил 9,2 млн. куб. м. В прошедшем году достигнут максимальный объем заготовки механизированным способом. В частности механизированным способом за отчетный период собственными силами лесхозов отрасли было заготовлено около 6 млн. куб. м. древесины, в результате чего прирост к уровню 2017 года составил порядка 1,1 млн. куб. м.

В 2018 году в лесном фонде Министерства лесного хозяйства построено и введено в эксплуатацию 14 лесохозяйственных дорог общей протяженностью более 101 км.

В системе Минлесхоза осуществляет деревообрабатывающую деятельность 84 производства. Деревообрабатывающими цехами в 2018 году переработано 4,9 млн. куб. м древесины, или 145% к уровню 2017 года, в том числе деловой древесины – 2,5 млн. куб. м. За 2018 год в цехах выпущено 1,1 млн. куб. м пиломатериалов (на 234 тыс. куб. м больше по сравнению с уровнем 2017 года). Объем высушенной продукции увеличился на 23 тыс. куб. м и составил 122 тыс. куб. м, или 125% к уровню 2017 года.

Реализация пиломатериалов на внутреннем рынке за 2018 год составила 511 тыс. куб. м и увеличилась по сравнению 2017 годом на 96 тыс. куб. м, или 123%.

За 2018 год реализация круглых лесоматериалов лесхозами отрасли на внутреннем рынке составила 14,4 млн. куб. м (116% к аналогичному периоду 2017 года), в том числе 9,7 млн. куб. м деловой древесины, или 67% от общего объема реализации, 4,7 тыс. куб. м дров, или 33% от общего объема реализации. По сравнению с 2017 годом объем реализации на внутреннем рынке деловой древесины увеличился на 1,8 млн. куб. м, или на 23%. Значительно увеличился спрос в 2018 году на балансовую древесину на 0,8 млн. куб. м. или на 51% и пиловочное бревно на 0,9 млн. куб. м. или на 29%. В прошедшем году весь объем деловой древесины 9,7 млн. куб. м был реализован на внутреннем рынке, в том числе 1,8 млн. куб. м, которые поставлялись в 2017 году на внешний рынок.

В 2018 году по отрасли поставлено на экспорт лесопродукции и оказано услуг на сумму более 140 млн. долл. США, что составляет 94% к 2017 году. В сопоставимых условиях за счет развития собственных деревообрабатывающих мощностей рост экспорта составил 174%.

Организациями Министерства в промышленном производстве в 2019 году необходимо обеспечить:

- проведение технического перевооружения отрасли в соответствии с отраслевой Программой обновления и развития машинно-тракторного парка организациями лесного хозяйства Республики Беларусь на 2019-2020 гг. и Программой развития деревообрабатывающих производств на 2019 год;
- строительство 17 лесохозяйственных дорог общей протяженностью не менее 100 км;
- снижение остатков заготовленной древесины до уровня не превышающего среднемесячный объем ее заготовки;
- реализацию пиломатериалов на уровне не менее 1,1 млн. куб. метров и ведение целенаправленной работы по новым рынкам сбыта выпускаемой продукции;
- координацию работы по взаимодействию организаций, обслуживающих воздушные линии электропередачи в согласованных с энергоснабжающими организациями объемах;
- диверсификацию выпуска продукции деревообработки путем перехода к выпуску новых видов продукции, в том числе производству продукции с большей добавленной стоимостью;
- организацию работ по переходу на поставки лесопродукции на условиях CIF, DAP;
- безусловное выполнение всеми категориями работающих норм и правил в области охраны и пр.

УДК630.3

М.Т. Насковец, проф., канд. техн.наук;
 Е.В. Росссоха, доц., канд. техн.наук
 (БГТУ,г. Минск)

Н.В. Хорошун, начальник отдела
 промышленного производства, м.э.н., м.т.н.
 (Министерство лесного хозяйства РБ)

НОВАЯ СОРТИМЕНТОВОЗНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С ЦЕЛЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ

На заседании коллегии Министерства лесного хозяйства 7 февраля 2019 г. утверждена Программа обновления и развития машинно-тракторного парка организаций Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на 2019-2020 гг. (далее – Программа). При осуществлении мероприятий Программы предусматривается приобретение 650 единиц техники, в том автопоездов – сортиментовозов нового поколения 140 единиц. Одним из направлений реализации Программы является оснащение лесной отрасли современными автомобилями – сортиментовозами как повышенной проходимости, так и большей грузоподъемности.

В настоящее время идет совместное проектирование и конструирование новой линейки прицепов и полуприцепов сортиментовозов ОАО «МАЗ» – управляющая компания холдинга БЕЛАВТОМАЗ» облегченной конструкции с низким центром тяжести и большей грузоподъемности. В частности на рисунке представлено полуприцеп длиной 16,5 метра, который будет способен перевозить 5 пачек фанерного сырья.

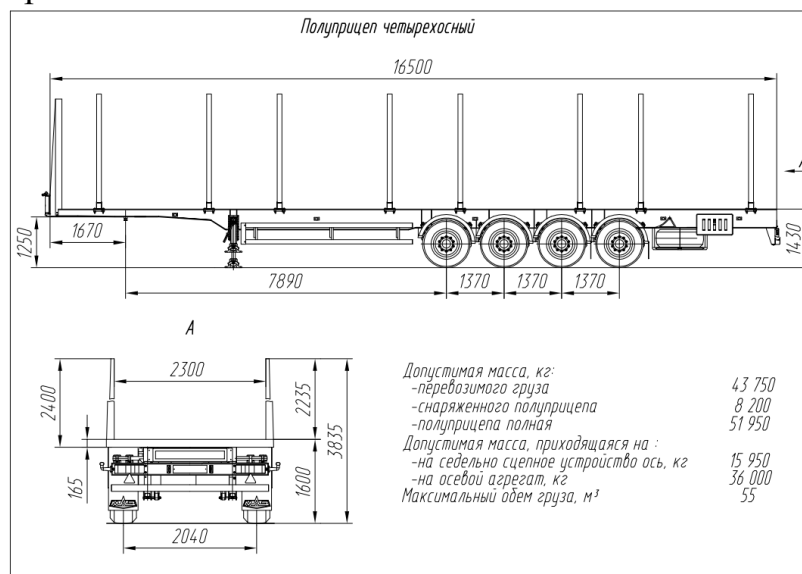


Рисунок –Четырехосный полуприцеп повышенной грузоподъемности

УДК 630*3

А.А. Герман, первый зам. ген. конструктора
(ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга», г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН «АМКОДОР»

Сегодня ОАО «Амкодор» – динамично развивающаяся компания по производству целой линейки специальных машин и оборудования. Одним из основных направлений компании является производство лесных машин, для чего компания имеет четыре завода: «Дормаш» (г. Минск); «АМКОДОР-Балтик» (г. Вильнюс); «АМКОДОР-Логойск» (г. Логойск) «АМКОДОР-ОНЕГО» (г. Петрозаводск).

Выпускаемые машины для лесопромышленного комплекса включают машины для сортиментной технологии заготовки древесины (харвестеры и форвареры), хлыстовой технологии (трелевочные тягачи), для измельчения древесины, выполнения погрузочных работ и др.

Работая в тесном сотрудничестве с белорусскими учеными, а также со специалистами в области лесопромышленного производства и лесного хозяйства компания «Амкодор» постоянно разрабатывает новые образцы лесной техники, в которой нуждается производство с учетом мировых тенденций развития лесного комплекса. Кроме того, с целью выхода и закрепления на рынках Российской Федерации и ряда европейских стран осуществляется выпуск машин под требования покупателей данных рынков. Так в числе последних и перспективных разработок компании «Амкодор» можно отметить гусеничный харвестер АМКОДОР 3255Н для рынка Российской Федерации, мульчирователь АМКОДОР 2021 (рисунок 1) полуприцеп лесовозный АМКОДОР 2310, тягач трелевочный АМКОДОР 2242В с возможностью установки лесного плуга, тяжелые харвестеры АМКОДОР 2561, форвардер для европейского рынка АМКОДОР 2662Е (рисунок 2).



Рисунок 1 – Мульчирователь АМКОДОР 2021



Рисунок 2 – Форвардер для европейского рынка АМКОДОР 2662Е

Например, форвардер АМКОДОР 2662Е имеет мотор PERKINSstageIV мощностью 180 л.с., удлиненный отсек грузовой платформы, широкие задние шины 800 мм, что отвечает требованиям европейского рынка.

Новый харвестер АМКОДОР 2561 разработан в качестве основной машины для проведения рубок главного пользования. На него устанавливается харвестерная головка 25RH/27RH, гидравлика Danfoss, ГМП 4*2, мотор Д-262S2 мощностью 300 л.с.

Следует отметить также, что компания «Амкодор» работает над созданием новых машин ЛПК для производства в РФ (рисунок 3).



Рисунок 3 – Перспективные машины ЛПК для производства в РФ

Данные машины разрабатываются с учетом почвенно-грунтовых условий, рельефа местности и крупности лесных насаждений в ряде регионов Российской Федерации, в том числе с возможностью развития производства на заводе «АМКОДОР-ОНЕГО» (г. Петрозаводск).

УДК 625.539.3

А. П. Лашенко, доцент, канд. тех. наук
(БГТУ, г. Минск)

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ

В настоящее время практика трассирования автомобильных дорог на заболоченных территориях основывается на интуитивном и в лучшем случае двух-, трехвариантном решении переходов через отдельные или наиболее сложные участки.

Многообразие факторов, влияющих на положение автомобильных лесовозных дорог в плане, создает условия многовариантности, следовательно, получение оптимального варианта трассы автомобильной дороги связано с необходимостью переработки большого объема информации, возможной только с использованием современной вычислительной техники.

В этом случае одним из основных вопросов в рассматриваемой задаче является решение математической аппроксимации местности или разработка цифровой модели территории.

Математическая постановка для разработки алгоритма рассматриваемой задачи сводится к следующим инструкциям.

1. Территория представляется в форме координатной сетки размерностью $m \times n$. Каждому узлу сетки соотносится стоимостный функционал, характеризующий стоимость строительства одного километра дороги в данном узле сетки. Из данной сетки можно получить нумерованный граф, соединив ребрами вершины, расположенные на сторонах и диагоналях квадратов сетки.

2. Каждому ребру полученного графа можно соотнести стоимость z_{ij} строительства дороги между i и j узлами координатной сетки, равную среднему арифметическому от стоимости единицы длины дороги в этих узлах, умноженному на расстояние между ними (1):

$$z_{ij} = \frac{z_i + z_j}{2} \cdot l_{ij}, \quad (1)$$

где z_{ij} — стоимость строительства дороги вдоль ребра графа между i и j узлами сетки; z_i, z_j — стоимость строительства одного километра дороги в i и j узлах сетки; l_{ij} — расстояние между i и j узлами сетки.

3. Решение задачи заключается в нахождении на заданной координатной сетке пути с минимальной стоимостью приведенных затрат на строительство дороги между корреспондирующими пунктами A и B .

УДК 625.72:55

А. П. Лашенко, доцент, канд. тех. наук
(БГТУ, г. Минск)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОИСТЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

В опубликованных работах В. Ф. Бабкова, А. К. Бирули, Н. Н. Иванова, Б. И. Когана, М. Б. Корсунского и других даны различные решения вопросов расчета слоистых дорожных одежд. Однако расчету дорожных одежд с учетом ползучести материалов уделено недостаточное внимание. Так, в 1961 году М. Б. Корсунский указал пути учета ползучести материалов при расчете дорожных одежд. Исходя из предположений, что известна функциональная зависимость изменений величины модуля упругости от скорости нагружения и продолжительности действия нагрузки, он сумел свести задачу теории ползучести к известным задачам теории упругости.

Поэтому задача исследования изменения напряжений и перемещений в слоистой системе с учетом реологических свойств материалов, применяемых в дорожном строительстве, является актуальной.

На основании экспериментально полученных кривых ползучести (нагрузка-деформация) и сравнения решений дифференциальных уравнений, полученных на АВМ нами был выбран и обоснован закон деформирования с учетом временной координаты для наиболее распространенных дорожно-строительных материалов. Установлено, что для материалов, используемых в дорожном строительстве, с достаточной точностью для практических целей, может быть принята реологическая модель Кельвина (типичное тело).

Расчетной математической моделью дорожной одежды и земляного полотна может служить многослойное квазистатическое упруго-вязкое полупространство, на поверхность которого действует нагрузка, равномерно распределенная, но площади круга. Каждый i -слой характеризуется пятью реологическими параметрами, коэффициентом Пуассона и толщиной слоя.

Решение задачи сводится к отысканию системы бигармонических функций $\varphi_i(r, z)$, с которой горизонтальные и вертикальные деформации тензора перемещения связаны интегральными зависимостями.

Как известно, искомая функция $\varphi_i(r, z)$ приемлема, если она удовлетворяет уравнению:

$$\nabla^2 \nabla^2 \varphi_i(r, z) = 0, \quad (1)$$

где ∇^2 – символ, аналогичный оператору Лапласа и граничным условиям.

В пределах каждого слоя искомая функция $\varphi_i(r, z)$ непрерывна и для любого i -го слоя может быть представлена аналитической зависимостью. Неизвестные коэффициенты, входящие в систему уравнений представляют собой неопределенные функции, зависящие от нагрузки, и времени действия нагрузки. Полученная система функциональных уравнений удовлетворяет бигармоническому уравнению в цилиндрических координатах, а поэтому составляющие компоненты тензора перемещений могут быть определены с учетом граничных условий.

Число таких уравнений равно $2 \cdot (2n-1)$, но при принятой в приводимом решении форме записи функции напряжений $\varphi_i(r, z)$ граничные условия на бесконечности и условия неразрывности напряжений σ_z на поверхности контакта выполняются тождественно.

В результате интегральных преобразований получены аналитические выражения для определения значений компонент тензоров перемещений и напряжений в любой точке упруго-вязкого слоистого полупространства с учетом ползучести используемых материалов. Доказана единственность решения системы при фиксированных входящих параметрах.

Данные решения обобщены для однородного, двухслойного и трехслойного упруго-вязких полупространств, для которых разработаны алгоритмы и составлены программы по определению численных значений компонент тензоров перемещений и напряжений.

Разработанные алгоритмы и комплекс программ приняты Госфондом алгоритмов и программ (РГ П0015) для использования в проектных организациях, где исследуется напряженно-деформированное состояния слоистых упруго-вязких систем с учетом фактора времени.

Предложенные способы, определения компонент тензоров перемещений и напряжений дорожных одежд и земляного полотна, могут быть использованы проектными дорожными организациями для расчета дорожных одежд по двум предельным состояниям, что позволят в комплексе с существующими расчетными методами более полно учитывать реальные свойства используемых материалов и исключить развитие недопустимых деформаций ползучести в течение всего срока службы дорожной одежды.

УДК 630*363

В.Н. Лой, доц., канд. техн. наук;
А.О. Германовичст. преп., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРНО-КОМПОНОВОЧНЫХ И ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОХОДНОЙ РУБИЛЬНОЙ МАШИНЫ НА БАЗЕ ФОРВАРДЕРА «АМКОДОР»

На сегодняшний день рубильная машина, служащая для получения экологически чистого и возобновляемого вида топлива, является актуальным и перспективным биоэнергетическим оборудованием. Существует большое разнообразие конструктивных схем данных машин. Наиболее универсальной (имеет возможность работать как непосредственно на лесосеке, так и на лесном складе) является самоходная рубильная машина, обладающая рядом преимуществ. Работа мобильной рубильной машины состоит из повторяющегося цикла, который включает две наиболее затратные временные составляющие.

Для анализа и моделирования работы мобильной рубильной машины необходимы корректные исходные данные. Одна из целей предварительных испытаний – определение основных технико-эксплуатационных и размерно-компоновочных показателей мобильной рубильной машины. Исследование динамических процессов, происходящих при работе рубильной машины на мобильном шасси с автономным двигателем, при помощи математической модели в условиях, максимально приближенных к реальным исходным данным, позволяет обосновать ее основные параметры (жесткость виброизолирующих элементов, шин и т. д.) и сделать вывод о соответствии этих параметров условиям работы.

Проведенные экспериментальные исследования мобильной рубильной машины позволили определить основные технико-эксплуатационные параметры машины (предельный угол поперечной устойчивости - 27 град.; максимальная скорость движения - 28,0 км/ч; усилие сопротивления движению - 15 кН; максимальное тяговое усилие - 144,4 кН и т.д.), используемые в дальнейших теоретических исследованиях [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Германович А. О. Обоснование параметров мобильной рубильной машины на базе многофункционального шасси для производства топливной щепы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. Минск, 2015. 26 с.

УДК 630*363

А.О. Германович, ст. преп., канд. техн. наук;
(БГТУ, г. Минск)

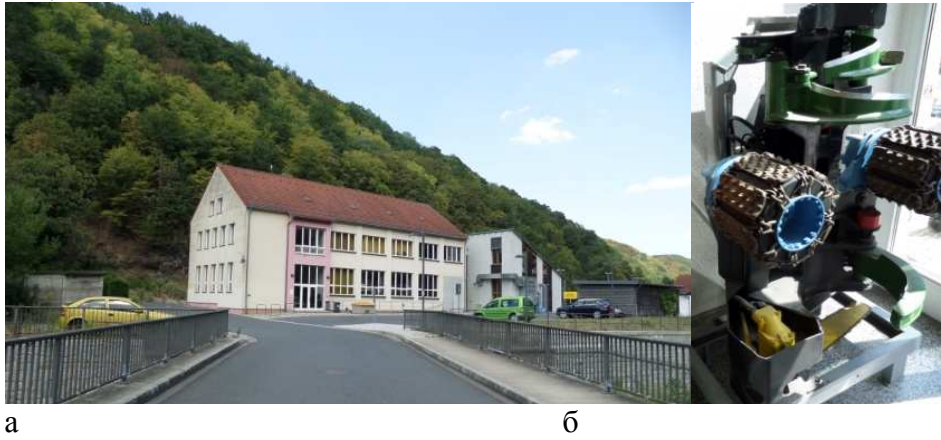
Йорн Эрлер, д-р техн. наук
(Технический университет Дрездена, г. Дрезден)

ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА г. ДРЕЗДЕНА

Технический университет Дрездена (Technische Universität Dresden, TUD, ТУД) - одно из крупнейших высших учебных заведений Германии. В настоящее время Технический университет Дрездена является полноценным классическим университетом, в котором ведется преподавание по 4 направлениям: инженерные науки; социальные и гуманитарные науки; естественные науки; медицина. Весь диапазон изучаемых специальностей представлен 14 факультетами: факультет математики и естественных наук; философский факультет; факультет лингвистики, литературы и культурологи; педагогический факультет; юридический факультет; экономический факультет; факультет информатики; факультет инженерной электроники и информационных технологий; факультет машиностроения; строительно-инженерный факультет; инженерно-транспортный факультет им. Фридриха Листа; факультет архитектуры; факультет леса, гео- и гидрологии (факультет лесного, земельного и водного хозяйства); медицинский факультет им. Карла Густава Каруса.

В состав факультета леса, гео- и гидрологии, который подготавливает бакалавров и магистров лесных наук, входят порядка 9 институтов (институт лесной ботаники и лесной зоологии; институт почвоведения и краеведения; институт химии растений и древесины; институт экономики леса и лесопользования; институт лесоводства и лесной информатики; институт лесного хозяйства и лесных технологий; институт международного лесного хозяйства и лесной промышленности; институт лесоводства и защиты леса; институт общей экологии и охраны окружающей среды) и 15 кафедр (кафедра лесной ботаники; профессор лесной зоологии; кафедра почвенных ресурсов и землепользования; кафедра изучения местности и питания растений; кафедра химии древесины и растений; кафедра экономики лесного хозяйства; кафедра лесной политики и экономики лесных ресурсов; кафедра лесоразведения и производства древесной биомассы; кафедра лесной биометрии и системного анализа леса; кафедра лесных технологий (рисунок); кафедра лесного хозяйства; профессор тропического лесоводства; кафедра лесной и лесной промышленности Восточной

Европы; кафедра лесоводства; кафедра охраны леса; преподаватель экологии дикой природы; профессорство по биоразнообразию и охране природы).



а – учебный корпус кафедры лесных технологий;
б- экспериментальный образец харвестерной головки.

Рисунок- Факультет леса, гео- и гидрологии в Тарандте Технического университета г. Дрездена

Профессор кафедры лесных технологий Йорн Эрлер совместно со своими коллегами занимаются исследованиями, разработками и преподаванием в области совместимости человека, природы и техники, а также оптимизации лесозаготовительных технологий в рамках экономических, экологических и социальных критериях [1-2]. Одними из последних разработок кафедры является порталный харвестер, основанный на инновационном принципе передвижения в процессе заготовки сортиментов, а также канатная трелевочная установка, которая позволяет перемещать сортименты в полностью подвешенном состоянии [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Erler, J., 2017: Transfer System to Adapt Timber Harvesting Operations to Local Conditions: Croatian Journal of Forest Engineering, volume: 38, issue: 2: 197 – 208.
2. Dög, M., Erler, J., 2009: Funktiogramme für Holzernteverfahren – komplex und trotzdem gut verständlich. Forsttechnische Informationen 61(9–10): 14–17 (in German).
3. HOLZERNTETECHNIK: Zwei Spezialmaschinen für den Einsatz in nassen und moorigen Wäldern, Schonende Holzernte auf sechs Füßen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://taskforceholz.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente/Info_und_Medien/Pressespiegel/140104_Schweizer_Bauer_11507978.pdf – Дата доступа: 31.01.2019.

УДК 630*36(476)

А.В. Гурский, директор подразделения
(ООО «СпектрТрэйдинг», г. Минск)

ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ «КОМАЦУ» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

На рынке лесной техники в Европе и в том числе Республике Беларусь одни из лидирующих позиций занимают машины «КОМАЦУ», имеющие высокие показатели надежности и производительности. В Республике Беларусь официальным дилером «КОМАЦУ» является ООО «Спектртрэйдинг». Для рынка Беларуси компания предлагает полный спектр лесозаготовительного оборудования и техники: харвестеры, форвардеры, харвестерные агрегаты для лиственных пород, мульчеры и фрезы, запасные части, расходные материалы, гусеницы и цепи, колеса и шины.

Модельный ряд предлагаемых харвестеров и форвардеров обеспечивает возможность выбора машин практически для любых условий эксплуатации. На рисунке представлена сравнительная оценка форвардеров, из которой видно, что машины «КОМАЦУ» полностью закрывают эффективный диапазон их применения для условий Республики Беларусь.

Грузоподъемность	9 т	11 т	13 т	15 т	17 т	19 т	21 т
Komatsu Forest 2015		835 845	855.1	865		895	
Komatsu Forest 2016		835 845	855	875		895	
John Deere	810E	1010E 1110E 1210E		1510E		1910G	
Ponsse		Gazelle Wisent	Elk Buffalo		Buffalo king/ Elephant		Elephant king
Rotne	F10	F11 F13 F15				F18	F20

Рисунок – Сравнительная оценка форвардеров

Наиболее востребованными являются форвардеры с грузоподъемностью 14–16 тонн. Однако находят применение и более мощные машины, которые позволяют при проведении рубок главного пользования обеспечить ритмичную поставку сырья для крупных деревообрабатывающих предприятий, что в современных рыночных условиях является существенным преимуществом для лесозаготовителя.

УДК 620.95:662.638

П.А. Протас, доц., канд. техн. наук;
А.В. Ледницкий, доц. канд. экон. наук
(БГТУ, г. Минск)

ВЕДУЩИЕ ПРИНЦИПЫ «ЗЕЛеной ЭКОНОМИКИ» И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В связи с переходом на «зеленую модель экономики» возрастает экономическая, экологическая и социальная роль лесного хозяйства Республики Беларусь, превращая его из традиционно сырьевой отрасли в инфраструктурную, одну из ключевых в народнохозяйственном комплексе страны. Зеленая экономика – экономическая модель, нацеленная на экономический рост и социальное развитие за счет использования преимущественно интенсивных факторов, однако без чрезмерного давления на природные ресурсы, без роста уровня загрязнения окружающей среды.

В БГТУ с финансовой поддержкой гранта ГЭФ в рамках Проекта «Развитие лесного сектора Республики Беларусь» разработан Национальный план действий по внедрению принципов «зеленой экономики» в лесное хозяйство Республики Беларусь до 2030 года. В нем выделено пять основных **принципов «зеленой» экономики для лесного хозяйства Республики Беларусь:**

1. Ресурсоэффективное и неистощительное использование лесных ресурсов;
2. Сохранение, защита, развитие, адаптация лесов к изменению климата и увеличение их вклада в абсорбцию парниковых газов;
3. Сильная социальная политика и высокий уровень жизни за счет развития лесного хозяйства и лесопользования;
4. Повышение международного авторитета Республики Беларусь как «зеленой страны»;
5. Развитие лесных экосистемных услуг.

Каждый принцип включает комплекс критериев, позволяющих обеспечить выполнение принципа и его контроль, а также ряд мероприятий. Национальный план действий по внедрению принципов «зеленой экономики» в лесное хозяйство Республики Беларусь до 2030 года предусматривает реализацию 23 мероприятий среди которых можно отметить следующие:

– техническое перевооружение лесохозяйственного и лесозаготовительного производств, повышение их эффективности и конкурентоспособности, создание условий для развития рынка услуг (примене-

ние харвестеров на валке леса при освоении лесосечного фонда, проведение семинаров по применению эффективных способов рубок и возобновления леса);

- изготовление продукции с высокой добавленной стоимостью;
- использование низкокачественной дровяной древесины и отходов лесозаготовок в энергетических целях;
- рациональное использование недревесных лесных ресурсов;
- строительство лесных дорог;
- содействие естественному возобновлению в спелых древостоях;
- реконструкция малоценных лесных насаждений.

Реализация разработанных мероприятий Национального плана действий по внедрению принципов «зеленой экономики» в лесное хозяйство Республики Беларусь до 2030 года позволит достичь следующих основных показателей:

- объем заготовки древесины харвестерами при проведении сплошных рубок составит 75 % от общего объема рубок к 2025 году и 80 % – к 2030 году;
- использование в республике низкокачественной дровяной древесины в энергетических целях составит 53471 тыс. м³ за период 2018–2025 гг. и 34845 тыс. м³ за период 2026–2030 гг.;
- ежегодно будут строиться 100 км лесных дорог;
- содействие естественному возобновлению в спелых древостоях будет обеспечено на площади 27840 га за период 2018–2025 гг. и 26740 га за период 2026–2030 гг.;
- увеличится средняя полнота насаждений по отношению к 2017 году на 0,016 до 2025 года и на 0,044 до 2030 года;
- площадь охвата лесного фонда дистанционными системами раннего обнаружения лесных пожаров увеличится и составит 40 % от площади лесного фонда к 2025 году и 50 % к 2030 году;
- за счет маркетинга, развития и продвижения туристических услуг, оказываемых на базе лесохозяйственных учреждений, будут созданы дополнительные рабочие места в «зеленом» секторе экономики Республики Беларусь.

Реализация разработанных мероприятий и принципов имеет объективные риски, связанные с форс-мажорными обстоятельствами, а также по причинам недостаточного финансирования, в первую очередь из внебюджетных источников.

УДК 630*383.4

М.Т. Насковец, проф., канд. техн.наук;
 Н.И. Жарков, ст. науч. сотр., канд. техн.наук;
 А.К. Бовтрель магистрант
 (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА, УСТРАИВАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА УЧАСТКАХ С ИЗБЫТОЧНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ ГРУНТОВ

Для повышения работоспособности автомобильных дорог производят усиление слоев их дорожных одежд различного рода геосинтетическими прослойками. Однако в современных условиях эксплуатации, строительства и ремонта дорог особо важное значение имеет анализ механизмов разрушения, которым подвергается дорожное полотно в процессе его переувлажнения и эксплуатации под колесными нагрузками.

Проведение экспериментальных исследований по оценке работоспособности дорожных покрытий в переувлажненных условиях, проводились в соответствии со схемой (рисунок 1).



Рисунок 1 – Закладываемые опытные конструкции

Основным оборудованием для проведения испытаний является экспериментальный стенд с грунтовым каналом, который включает определенной формы ограниченное пространство для формирования исследуемой конструкции верхнего строения транспортного пути, и автоматизированную самоходную тележку для имитирования движения ходового узла движителя транспортной системы. Для получения данных использовалась аппаратура для измерений и регистрации напряжений и деформаций с набором контрольно-измерительных приборов.

На (рисунке 2) показаны основные параметры закладываемых конструкций.

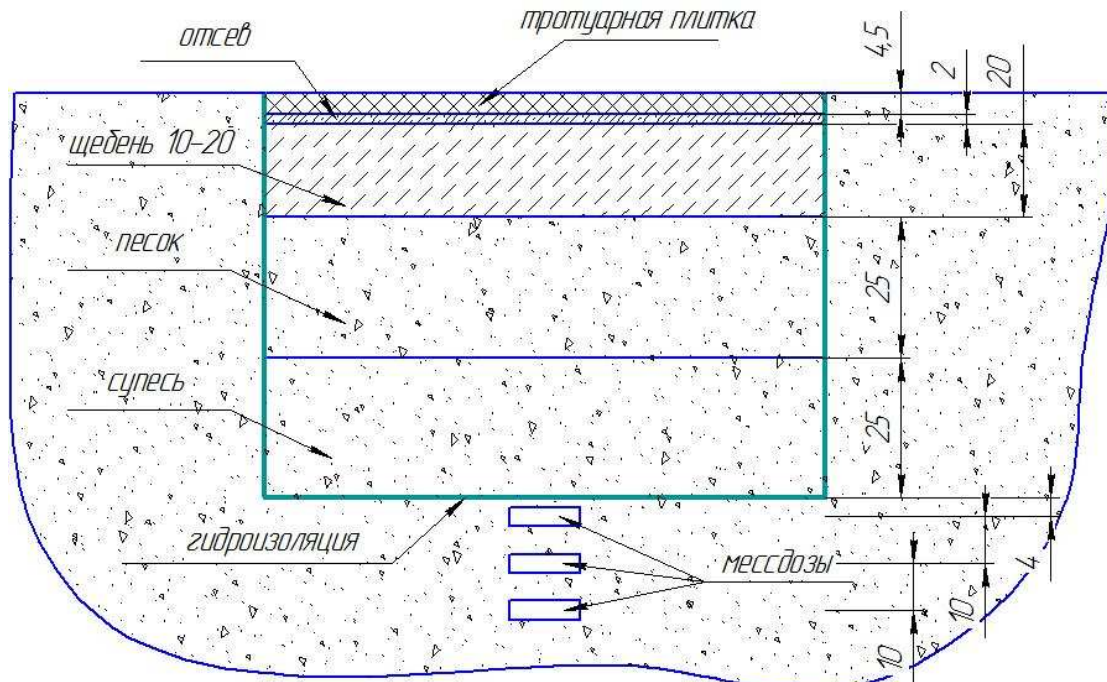


Рисунок 2 – Параметры конструкций

В результате проведенных исследований по сравнительной оценке работы различного вида дорожных одежд в условиях избыточного переувлажнения можно сделать следующие выводы и сформулировать рекомендации по дальнейшему эффективному применению материала «ТУРАР».

Визуальные наблюдения в процессе испытаний за исследуемыми видами материалов показали, что:

- после избыточного увлажнения конструктивных слоев дорожной одежды материалы прослоек по-разному воспринимают перенасыщение водой. Так геосетка и Дорнит, в отличие от геосинтетики «ТУРАР», при избыточном количестве влаги в большей степени подвергаются деформации, что в свою очередь приводит к снижению прочностных показателей.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение геосинтетики Тураг в слоях дорожных одежд обеспечивает достаточно высокие армирующие свойства, ввиду отсутствия деформации данного материала в сравнении с геосетками и геосинтетическим материалом дорнит. Прослойка из материала Тураг максимально снижает поступление влаги из нижних конструктивных слоев находящихся в переувлажненном состоянии к поверхности дороги за счет прерывания подтягивания воды вверх в процессе изменения водно-теплового режима.

УДК630

С. Е. Арико, доц., канд. техн. наук;
Д. А. Кононович, зав. лаб.;
С. П. Мохов, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА МАШИН ДЛЯ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

В настоящее время на лесозаготовительных предприятиях республики существует проблема очистки лесосек от лесосечных отходов после завершения заготовки древесины. Для реализации данной проблемы БГТУ и МТЗ совместно разработали опытные образцы комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов. Эффективность их применения в составе комплекса зависит от ряда природно-производственных факторов. При этом основным оценочным параметром, позволяющим оценить эффективность работы каждой из машин в отдельности является их производительность. Особенность оценки работы машин в составе комплекса заключается в том, что сменную производительность комплекса необходимо оценивать в плотных метрах кубических, при этом общепринятым является определение производительности машин для сбора лесосечных отходов в гектарах, а машин для транспортировки лесосечных отходов в метрах кубических. В связи с этим по разработанной методике для наиболее распространенных условий эксплуатации данных машин произведены исследования по определению эффективности применения комплекса машин на основе сопоставления их производительностей, приведенным к плотным метрам кубическим лесосечных отходов, по следующим технологиям очистки лесосек: технология очистки лесосек после проведения сплошных рубок бензомоторными пилами; технология очистки лесосек после сплошных рубок с сохранением подроста с применением валочно-сучкорезно-раскряжевочной машиной; технология очистки лесосек после сплошных рубок без сохранения подроста с применением валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины.

Данный подход является оптимальным, в виду возможности применения полученных результатов как для повышения эффективности работы комплекса машин, так для определения потенциального объема лесосечных отходов.

В соответствии с разработанной методикой, на основании данных проведенных исследований и испытаний, получены зависимости изме-

нения сменной производительности машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов от следующих параметров: породного состава, ширины очищаемой от лесосечных отходов полосы, ширины захвата оборудования для сбора лесосечных отходов, максимального вылета устанавливаемого на машину для транспортировки лесосечных отходов гидроманипулятора, степени уплотнения лесосечных отходов, расположенных на транспортировщике лесосечных отходов, среднего расстояния трелевки.

В качестве наиболее типичных насаждений рассматривались насаждения: 6СЗБ1Е, которые широко встречаются в условиях Республики Беларусь с учетом преобладающих пород; 9С1Б – типичные хвойные насаждения; 5СЗЕ2Б – типичные смешанные насаждения.

Анализируя полученные данные, следует сделать вывод, что на производительность комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов существенное влияние оказывают параметры, относящиеся к технологическим особенностям выполнения лесозаготовительных работ. Так, на производительность машины для сбора лесосечных отходов наиболее существенное влияние оказывает технология работы на заготовке древесного сырья. При этом, применение данной машины после харвестера, осуществляющего заготовку сортиментов при односторонней их укладке производительность машины для сбора лесосечных отходов увеличивается на порядок. При этом дополнительного увеличения производительности достигается за счет применения машины более высокого тягового класса.

За счет увеличения ширины очищаемой от лесосечных отходов полосы, которая кратна ширине пасеки, достигается увеличение производительности машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов до 36,7% и 8,1% соответственно. Следует отметить, что среди технических факторов на производительность комплекса машин наибольшее влияние оказывают ширина захвата оборудования для сбора лесосечных отходов и степень уплотнения лесосечных отходов, которая в свою очередь зависит от конструкции машины для транспортировки лесосечных отходов и технологических особенностей выполнения отдельных операций.

Среди рассмотренных технологий наиболее эффективно применение комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов после проведения заготовки древесины бензиномоторными пилами. В этом случае лесосечные отходы будут разбросаны по всей территории лесосеки, концентрация которых влияет на производительность всего комплекса

УДК 630*432.18

Н.И. Жарков, ст. науч. сотр, канд. техн.наук;
А.К. Бовтрель магистрант
(БГТУ, г. Минск)

**ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОДУКТА ГЛИНИСТО
МИНЕРАЛИЗОВАННОГО ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»
ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ В
ЛЕСНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ**

Одним из основных путей повышения эффективности использования производственных ресурсов с учетом повышения объемов их потребления и стоимости является увеличение применения отходов и вторичных ресурсов производства и улучшение эксплуатационных качеств материалов для строительства конструкций лесных дорог и противопожарных разрывов. В связи с этим несомненный интерес представляет новый материал производства ОАО «Беларуськалий» на основе обезвоженных глинистых шламов калийного производства получаемых в результате переработки жидких отходов калийного производства на специальном оборудовании. Твердая фаза выпускается под названием «Продукт глинистый минерализованный» (ПГМ). Основой ПГМ является: глина (75-80%), соли KCl (8-10%), NaCl (12-14%).

В соответствии с календарным планом работ по теме: «Исследовать физико-механические свойства и параметры использования составов на основе обезвоженных глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» в лесных хозяйствах» в Уречском опытном лесничестве Слуцкого лесхоза были выбраны опытные участки (на противопожарном разрыве) для апробации подобранных смесей.

В процессе строительства опытных участков были отработаны технологии транспортировки и отсыпки ПГМ. Полученные результаты позволили сделать ряд рекомендаций применения глиносодержащих отходов в практике устройства противопожарных барьеров.

В течении двух лет на опытных участках проводились межсезонные исследования условий применения ПГМ и его влияние на окружающую среду.

Для исследования скорости вымывания и миграции катионов K^+ и Na^+ из продукта глинистого минерализованного (ПГМ) и смесей на его основе, заложенных на опытном участке в ОПЛ Уречское лесничество ГЛХУ Слуцкий лесхоз были отобраны пробы почв. Для отбора проб были выбраны участки:

№1–участок, где ПГМ уложен на естественный грунт;

№ 2 –участок, где смесь ПГМ с песком, уложена на естественный грунт;

№ 3 –участок на расстоянии 1 м от опытного участка.

Отбор проб производили дважды –через 1,5 и 2,0 года после закладки опытного участка на глубине 20, 40, 60 и 80 см.

Пробы почв подвергались химическому анализу на содержание подвижных форм калия и натрия. Содержание подвижных форм калия и натрия определяли по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91), который позволяет провести анализ подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных и других почв, вскрышных и вмещающих породы лесной зоны.

Содержание катионов K^+ и Na^+ в пробах почвенных вытяжек определяли методом количественного анализа по атомным спектрам поглощения с использованием атомно-абсорбционного спектрометра ContrAA 300. Для количественной оценки содержания калия и натрия в исследуемых почвенных вытяжках применяли калибровочные графики, отражающие качественный и количественный состав растворов заведомо известных концентраций.

Согласно проведенным расчетам, количество калия в пересчете на K_2O , поступившего с ПГМ на участок № 1, составило 10,78 г/кг почвы, а Na_2O – 10,56 г/кг почвы. На участок № 2 поступило 5,38 г K_2O /кг почвы и 5,28 г Na_2O /кг почвы.

Результат анализа проб почвы на содержание катионов калия, взятых на участке № 1,2,3 показали, что скорость вымывания катионов K^+ из ПГМ небольшая, в течение 1,5-2,0 лет в нижележащие слои грунта мигрировало порядка 30–35 % от количества катионов калия, поступившего на участок с ПГМ. Такое количество содержания калия соответствует содержанию в природных почвах.

Таким образом, исследован процесс миграции подвижных форм катионов K^+ и Na^+ из материалов на основе продукта глинистого минерализованного (ПГМ, ТУ ВУ 600122610.003-2015) (обезвоженных глинисто-солевых шламов) на опытном участке, заложенном в ОПЛ Уречское лесничество ГЛХУ Слуцкий лесхоз. Показано, что скорость миграции ионов калия и натрия небольшая. Содержание катионов калия (участок, на который уложена смесь ПГМ с песком) и натрия на глубине 20–80 см через 2,0 года соответствует уровню природных почв.

УДК 630*3

В.В. Лёгкий, зам. директора
(ЧУП «Биоэнергетика», г. Минск)

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ JENZGMBH. ГИБРИДНЫЙ ПРИВОД

Увеличение на территории Республики Беларусь количества энергетических объектов на МВТ привело к созданию и формированию рынка щепы. На основе международного опыта сформировалась технология заготовки топливной щепы, в которой укрупненно можно выделить несколько способов: - на делянках в лесу или верхнем складе; - на нижнем складе или на специально подготовленных площадках.

Принципиальным моментом является то – какую рубительную машину выбрать – стационарную или мобильную. Мобильные рубительные машины условно можно разделить по степени мобильности: –на базе прицепов и полуприцепов (со сцепной петлей либо под седельный тягач; на базе шасси грузовых автомобилей (с приводом от двигателя грузовика либо с собственным дизельным двигателем).

Подбор мобильной рубительной машины будет зависеть от следующих факторов: - производительности; - организации производства; - ежемесячного пробега (степени мобильности) и особенностей эксплуатации; - стоимости. Стационарная рубительная машина одновременно с рядом ограничений, по сравнению с мобильной рубительной машиной, имеет и свои преимущества, которые позволяют ей занять свою нишу.

Главной особенностью стационарных рубительных машин является необходимость бесперебойного обеспечения сырьем и отгрузки готовой щепы. Выделяют три варианта загрузки сырья в стационарную рубительную машину: – с помощью дополнительного падающего транспортера или подающего стола; – посредством гидравлического манипулятора; – загрузка с помощью фронтального погрузчика. Произведенная щепа при помощи системы транспортеров или фронтальным погрузчиком загружается в автощеповозы, железнодорожные вагоны или складывается в бурты. Минусы данной технологии – ограничения касающиеся топливно-сырьевой базы и необходимости «тонкой» настройки всей логистической цепочки. Плюсы данной технологии – минимизация затрат на рубку 1 м³ плотного щепы.

В Беларуси еще 10–12 лет назад основным сырьем были дрова, а горбыль и порубочные остатки не рассматривались в качестве сырья для производства щепы. Позже начали перерабатывать горбыль, но порубочные остатки оставались уделом европейских стран, в том числе

Прибалтики. В Прибалтийских странах выработали определенную технологию получения щепы. Переработка производится с помощью высокопроизводительной рубительной машины JENZ.

На территории Беларуси уже начали появляться предприятия, которые сконцентрировали свое внимание непосредственно на переработке порубочных остатков. При работе с порубочными остатками стоит уделять внимание качеству щепы. В зависимости от перерабатываемого сырья (дрова, горбыль или ветки), необходимо правильно подобрать тип ротора, для получения максимального качества щепы.

По входному сырью производится выбор ротора, который оптимально подходит для получения необходимого качества щепы: –ротор закрытого типа – меньшее количество так называемых «лещей» при рубке мелкотоварной древесины, порубочных остатков, горбыля и реек; –ротор открытого типа – меньшее содержание мелкой фракции и хороший поток щепы (производительность) при значительном количестве дровяной древесины с большим диаметром; –ротор спирального типа – очень плавный ход как при измельчении мелкого сырья, так и крупной ствольной древесины.

Современным направлением в развитии привода рубильного органа является гибридный привод (рисунок).

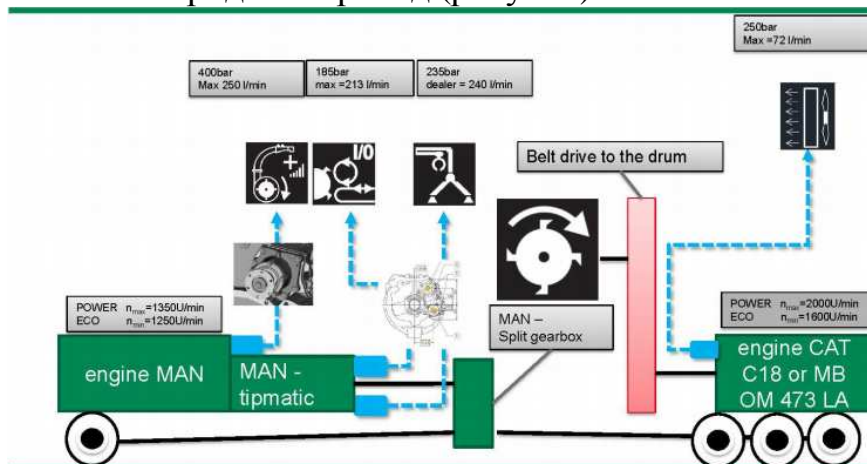


Рисунок – Схема гибридного привода рубильного органа

Достоинствами такого привода являются следующие: несколько гидравлических контуров оптимизированы с помощью регулируемых аксиально-поршневых насосов, чтобы уменьшить потери при нагревании гидравлического масла; гидронасос рубилки также приводится в действие от двигателя грузовика, чтобы подавать дополнительную мощность на рубительный ротор. Это позволяет увеличить мощность рубки примерно на 58 кВт. Например, мощность двигателя базовой машины MAN D 26 EURO 6С с 500 л.с., на ротор CAT C 18 евро 2 с 775 л.с.

УДК630*372

А. О. Шошин, асс.;

С. П. Мохов, доц., канд. техн. наук;
(БГТУ, г. Минск)В. В. Барыляк, ст. преп., к.т.н.
(Национальный лесотехнический университет Украины)

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНЫХ КАНАТНЫХ ТРЕЛЕВОЧНЫХ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ ЗАБОЛОЧЕННОГО ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА

Ежегодно для лесозаготовительного производства Республики Беларусь возникает проблема полного освоения расчетной лесосеки что в первую очередь связано со значительной долей труднодоступного лесфонда. Одним из возможных решений данной проблемы может стать применение мобильных канатных трелевочных установок (КТУ) на этапе первичного транспорта древесины. Однако, для заболоченных территорий все еще остаются не полностью изученными особенности технологии их применения.

Разработана технология освоения лесосек с использованием КТУ на базе лесной модификации с/х трактора.

Разработка лесосеки ведется последовательно, начиная с любого края при выполнении сплошных рубок главного пользования. Заготовка древесины канатной трелевочной установкой может вестись с трелевкой деревьев (за комли), хлыстов (за вершины) или сортиментов, наиболее предпочтительным является вариант с трелевкой хлыстов и раскряжевкой их на верхнем складе. В первую очередь разрабатывается зона шириной 40х40 м под верхний склад. Далее осуществляется прорубка трелевочного коридора, прокладка рабочих канатов и устройство промежуточных опор.

После этого разрабатываются прилегающие участки к верхнему складу и лесохозяйственной дороге шириной 40 м. Валка преимущественно ведется в направлении штабеля. После этого продолжают разрабатывать пасеку вглубь леса. В первую очередь разрабатывают полосы основных полупасек, прилегающие к трелевочному коридору с двух сторон, далее дополнительные полупасеки. Деревья, растущие в зоне до 10 м в сторону от оси трелевочного коридора, приземляются параллельно ей. Валка деревьев в зоне от 10 до 30 м осуществляется под углом 30-60 градусов к оси трелевочного коридора, а растущих на расстоянии более 30 м от оси, под углом 90 градусов к оси.

Однако, разработка лесосек КТУ характеризуется рядом особенностей, для исключения негативного влияния которых на данный

момент не существует никаких практических рекомендаций: зажим пачкой пня; сопротивление перемещаемой пачке от встречаемых пней; контакт перемещаемой пачки и деревьев промежуточных опор при подтрелевке и др. Отсутствие конкретных инструкций по их устранению приводит к значительным потерям в производительности и снижению безопасности труда. Для решения первых двух (лесорастительных) особенностей необходимо придерживаться существующих правил работы с бензиномоторной пилой, осуществлять последовательную чокеровку и подтрелевку на минимальной скорости. Третья проблема является технологической и вызвана тем, что при переходе от подтрелевки к трелевке пачка хлыстов не успевает повернуться и начинает выламывать опорное дерево. Для этой проблемы разработаны 4 схемы разработки для различных положений трелюемой древесины относительно деревьев промежуточных опор. Две основные схемы обеспечивают беспрепятственное прохождение пачек при их подтрелевке между якорным пнем и деревом промежуточной опоры для пачек, сформированных за деревьями промежуточных опор на расстоянии до 20 м по линии несущего каната. Для этого валку деревьев необходимо вести вершинами в сторону верхнего склада. В частном случае, на участках, прилегающих к трелевочному коридору (до 10 м), валка деревьев должна осуществляться комлями в сторону верхнего склада, с последующей чокеровкой и трелевкой за комли. В случаях, когда не могут быть применимы предыдущие схемы, валку необходимо осуществлять вершинами в противоположную от направления трелевки сторону, пачки подтрелевываются на расстояние 10-15 метров в противоположную по оси сторону до момента достижения вершинной части пачки трелевочного коридора. После этого осуществляется трелевка в обычном режиме.

Помимо применения вышеописанных приемов работы, при организации заготовки древесины с использованием КТУ на заболоченных лесосеках при выполнении подготовительных работ рекомендуется формировать погрузочный пункт с двумя подъездными путями. Также при трелевке хлыстами или деревьями необходимо выполнять раскряжевку и обрезку сучьев на погрузочном пункте/верхнем складе, а для безопасности рабочих необходимо формировать плотный штабель высотой не более 0,5-0,7 м, который при работе с одним форвардером может быть достаточно широким. Для эффективной и безопасной работы рекомендуется прокладывать пути перемещения для рабочих из щитовых настилов или отходов лесопиления. Приоритет разработки лесосеки с одной технологической стоянки.

УДК 630.3

Э.О. Салминен, канд. техн. наук;

А.А. Борозна, канд. техн. наук;
(СПбГЛТУ. Г. Санкт-Петербург, РФ)

М.Т. Насковец, проф., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

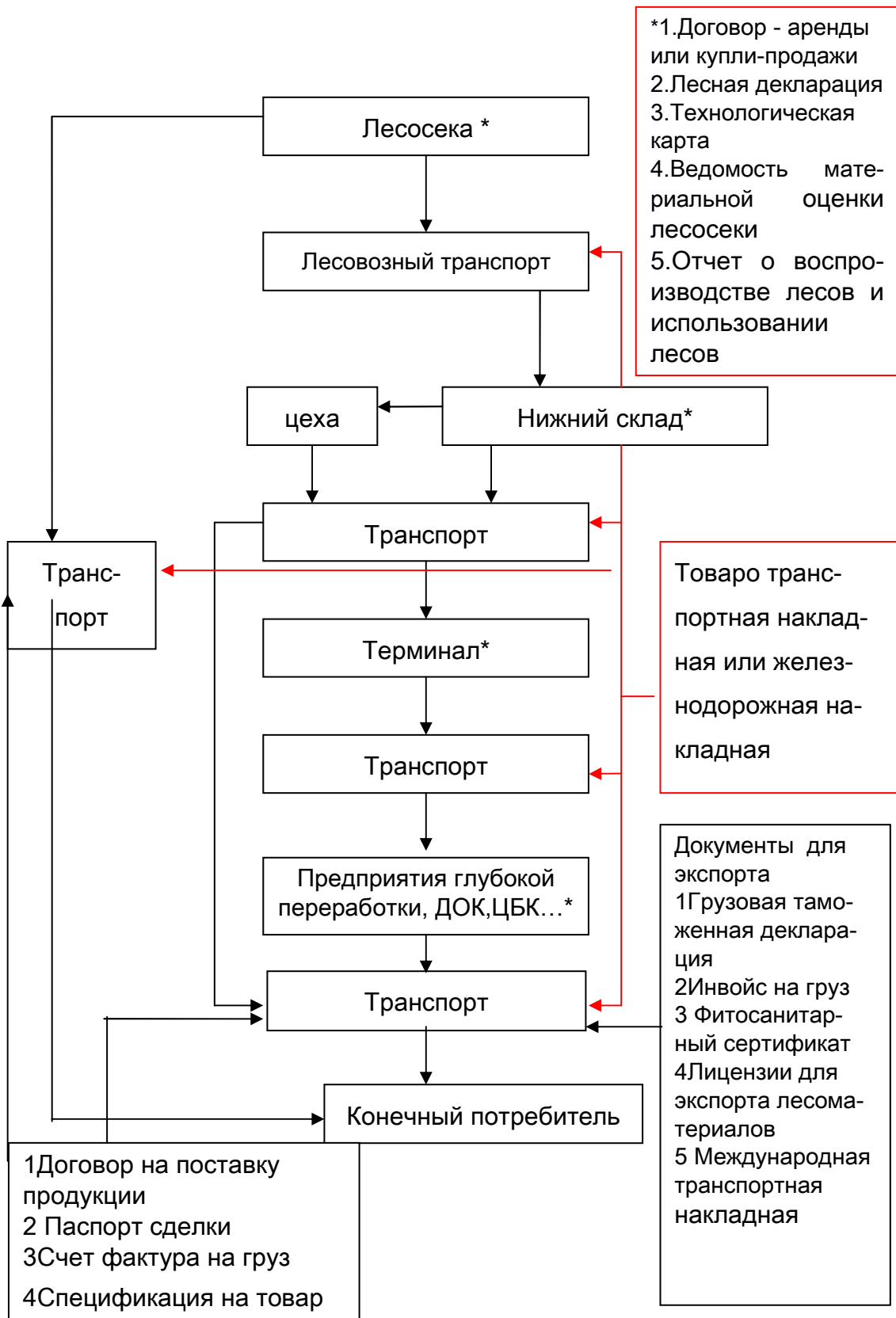
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ОБОРОТА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В сложный для мировой экономики период поиск новых направлений ускоренного развития имеет существенное значение. Одним из таких направлений является использование инструментария логистики, построение логистических систем на различных уровнях управления. Это в полной мере относится и лесному сектору.

В Санкт-Петербургском государственном лесотехническом университете ещё в 2002 году, по заказу Минэкономики РФ выполнялись исследования по созданию информационной системы управления лесопромышленным комплексом для регулирования лесных грузопотоков. По этой тематике в 2002 году была проведена Международная научно-техническая конференция “Логистика и информационные системы в лесном комплексе”, вызвавшая большой интерес на международном уровне. В связи с отсутствием финансирования работы были прекращены, но актуальность проблемы от этого не снизилась.

Комплекс научно-исследовательских работ, выполняемых в СПбГЛТУ, направленных на создание систем оптимального управления транспортно-технологическими процессами лесопромышленного комплекса, является предпосылкой для создания систем мониторинга цепи поставок лесопродукции и борьбы с незаконными рубками.

Лесопромышленное производство представляет собой логистический поток, состоящий из множества транспортно-технологических процессов движения лесопродукции от места произрастания до конечного потребителя с изменением потребительских свойств на отдельных этапах движения. С точки зрения лесопромышленной логистики лесопромышленный комплекс представляет собой многоуровневую макрологистическую систему. Нижний уровень представляет собой мастерский участок, разрабатывающий делянку, выдел, лесосеку или лесопункт, разрабатывающий некую сумму выделов, делянок, лесосек. Объединение нескольких самостоятельных лесопромышленных предприятий, имеющих каждый свои законченные транспортно-технологические системы и коммерческие интересы, представляет собой макрологистическую систему более высокого уровня, но в то же время является подсистемой более высокого уровня (рисунок).



Рисунок– Принципиальная блок-схема функционирования производственно-транспортной системы лесопромышленного комплекса

УДК630*36

С. А. Голякевич, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФОРВАРДЕРА КАК МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Моделирование работы многооперационных лесозаготовительных машин является неотъемлемой частью процесса их проектирования. Современные программные комплексы автоматизации инженерных расчетов (CAE-системы) позволяют моделировать кинематику, статику и динамику работы, оценивать прочность и усталостную долговечность конструкций технологического оборудования, элементов шасси и машин в целом. Внедрение в конструкцию машин современных систем автоматизированного управления привело к необходимости моделирования не только отдельных конструкций машин, но и элементов управления их приводом.

Решить такую задачу можно только путем междисциплинарного моделирования. Для реализации компьютерных имитационных моделей механизмов и их приводов известно множество прикладных программ. Наиболее используемые среди них MathCAD, MSC Software Easy5; MatLab с пакетом приложений Simulink/Simscape и многие др.. Данные программные пакеты значительно отличаются подходами к моделированию. Так, моделирование в пакете MathCAD осуществляется путем непосредственной записи математических выражений, описывающих гидравлическую схему. Пакет отличается возможностью высокой детализации привода, однако требует существенных затрат времени на моделирование.

Принцип моделирования гидропривода, отличный от рассмотренного выше, предлагается в среде MatLab с пакетом приложений Simulink/Simscape. Моделирование в нем осуществляется путем создания блок-схем. Отдельные блоки представляют собой элементы гидросистем: гидронасосы, распределители, гидромоторы, клапаны, золотники, дроссели и другие, а также элементы управления ими. Каждый блок строго параметризован и предлагает указать соответствующие данные для компонентов. Математическое описание имитационной модели в Simulink/Simscape остается доступным только на языке MatLab (близок к C++). Внедрение собственных компонентов можно осуществлять в Simulink или непосредственно через MatLab-Script.

УДК630*36

С. А. Голякевич, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИММИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАНИПУЛЯТОРА ФОРВАРДЕРА KESLA 600-1

Режим выполнения операции работы манипулятора форвардера рассмотрен для номинальной подачи гидравлического насоса (регулирование насоса исключено) [1-3]. Время выполнения операции на данном режиме 12,4 с. При этом реализуется полная мощность привода – 61 кВт, а непосредственно гидроцилиндрами стрелы и телескопа суммарно до 10 кВт. Требуемый крутящий момент на входном валу гидронасоса составил 243 Н·м, что в 2,14 раза меньше номинального момента по внешней скоростной характеристике (ВСХ) двигателя.

Выполненная гидронасосом полная работа и суммарная работа гидроцилиндров составляют 757,9 кДж и 85,6 кДж соответственно, т. е. отличаются в 8,85 раза. Полезная работа по поднятию сортирента манипулятором составляет 37,9 кДж. Это означает, что «кинематический» КПД манипулятора составляет 0,44. Регулирование привода по принципу LS позволяет несколько снизить полную работу, выполняемую гидронасосом. В данном случае полная работа привода за 12,4 с составляет 629,1 кДж, что в 1,2 раза ниже нерегулируемого привода, однако в 7,34 раза больше работы, суммарно реализованной гидроцилиндрами.

Причиной низкой эффективности регулирования привода при данном режиме выполнения операции является существенная разница в возникающих в гидроцилиндрах стрелы и телескопа давлениях и близость первого из них (около 22,5 МПа) к номинальной величине давления в гидросистеме (26 МПа).

Более эффективным в данном случае является регулирование за счет снижения частоты вращения коленчатого вала (ЧВКВ) двигателя. Так, при частоте 1600 об/мин полная работа гидросистемы снижается до 531 кДж, а с учетом управления LS – до 432,6 кДж. При этом время выполнения операции остается неизменным, а, согласно ВСХ двигателя, удельный расход топлива достигает своих минимальных значений (около 210 гр·кВт/ч). Указанная операция может быть выполнена при более низкой ЧВКВ. Так, при ЧВКВ, равной 1100 об/мин, полная работа гидросистемы 303,5 кДж, а с управлением LS – 242 кДж. При подключении управления LS время выполнения операций незначительно возрастает до 12,6 с. Снижение ЧВКВ до величины холостого

хода также обеспечивает выполнение рассматриваемой операции. Величины выполняемых работ соответственно равны (221 кДж без управления LS и 186,2 кДж с управлением LS). Однако время выполнения операции возрастает до 13,1 с и 14 с соответственно.

Эффективность использования режимов регулирования с учетом возрастания времени выполнения операций должна дополнительно обосновываться на основе критерия максимальной реализации энергетического потенциала машины [7, 9, 11]. Так, величина удельного энергетического потенциала производительности машины в последнем из рассмотренных случаев минимальна и равна 68,78 с. Для сравнения в том же случае без регулирования LS – 76,38 с, а при ЧВКВ 1600 об/мин с регулированием LS – 80,75, а без – 99,29 с.

На основе изложенного можно сделать следующие заключения. При совместной работе нескольких гидравлических исполнительных механизмов эффективность регулирования их привода по нагрузке (LS) тем ниже, чем больше разница в давлениях в этих механизмах и меньше разница в номинальном давлении в гидросистеме и давлении на наиболее нагруженном исполнительном механизме.

В этой связи обособленное управление гидросистемой по нагрузке (LS) на многооперационных лесных машинах, способных выполнять операции над предметом труда не последовательно, а параллельно, совмещая одновременно работу 2 и более исполнительных механизмов следует считать не достаточно эффективной. Более эффективным нужна признать совместное регулирование работы двигателя и гидравлической системы, либо иное, не зависящее от нагрузки распределение потока гидравлической жидкости.

Окончательное решение о режимах работы привода должно приниматься на основе анализа реализации энергетического потенциала машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ тенденций развития конструкций многооперационных лесозаготовительных машин / С. П. Мохов [и др.] // Труды БГТУ. 2012. № 2: Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 18-20.
2. Голякевич С. А. Повышение надежности несущих конструкций многооперационных лесных машин выбором режимов работы на основе энергетического потенциала: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. Минск, 2013. 27с.
3. Golyakevich S., Goronovsky A. Workload estimation of harvesters during the operations of work cycle//Transport. 2013. Issue 28 (3). P. 323-330.

УДК 630*383:625.7/.8

П. А. Лыщик, проф., канд. техн. наук;
А. И. Науменко, ст. преп., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ВВЕДЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ВЯЖУЩЕГО

В использовании местных грунтов, низкопрочных каменных материалов и минеральных побочных продуктов производства заложен большой резерв совершенствования дорожного строительства. Основным направлением в решении этой проблемы следует считать применение укрепленных материалов, которое показало большую технико-экономическую перспективность дорожных одежд с конструктивными слоями из таких материалов.

Анализ работ по исследованию методов укрепления местных грунтов неорганическими вяжущими указывает на недостаточно полное раскрытие вопросов, связанных с использованием отходов промышленных производств, в частности золы-уноса из топок с псевдоожиженным слоем при сжигании фрезерного торфа, отходов асбестоцементных производств и гранитоидных отсеков. При этом вопросы структурообразования и улучшения физико-механических свойств укрепленных грунтов не имеют достаточного теоретического обоснования и экспериментального подтверждения [1].

В связи с этим расширение областей строительства лесных дорог в сложных почвенно-грунтовых условиях обуславливает необходимость проведения исследований и разработки технических решений, направленных на обеспечение устойчивости основания дорожной конструкции; обеспечение динамической устойчивости конструкции под воздействием транспортной нагрузки.

Для решения данных задач разработаны новые составы композиционных малоцементных вяжущих на основе портландцемента и отходов промышленных производств для укрепления местных грунтов. Разработаны математическая модель структурообразования цементогрунта и методика проектирования цементогрунтовой смеси для устройства конструктивных слоев в дорожных конструкциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П. А., Игнатенко В. В., Бавбель Е. И., Науменко А. И. Обоснование структуры и состава дорожной цементогрунтовой смеси на основе математической модели // Труды БГТУ. – 2015. – № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. – С. 39–43.

УДК 630*383:625.7/.8

П. А. Лыщик, проф., канд. техн. наук;
Е. И. Бавбель, доц., канд. техн. наук;
А. И. Наumenко, ст. преп., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ГРУНТОВО-ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ФИБРОВОЛОКНА

Одним из новых перспективных методов усиления грунта в условиях дорожного строительства является фибровое армирование. Оно представляет собой создание композитного материала путем равномерного распределения армирующих волокон в массиве грунта. Фибра представляет собой натуральное, минеральное или синтетическое волокно. Фибра классифицируется по материалу, по длине и диаметру волокна, по сопротивлению на разрыв, по плотности и прочим критериям. Материалами для фибры могут служить базальт, полипропилен и другие. Фибра имеет большое сопротивление разрыву и совместно с грунтом хорошо работает на сдвиг, что приводит к улучшению прочностных характеристик композита. Армирование оказывает влияние на следующие параметры: прочность на сдвиг, сжимаемость, плотность, водопроницаемость и др.

Основной целью укрепления грунтов в дорожном строительстве является повышение устойчивости и несущей способности земляных сооружений, а также уменьшение боковых деформаций.

Фиброармированный грунт определяется как массив, содержащий случайно распределенные дискретные элементы – волокна, которые обеспечивают улучшение механических характеристик грунта. Усиленный дискретными волокнами грунт ведет себя как композитный материал, в котором волокна, имея относительно высокую прочность, работают на разрыв. Волокна также гасят сдвиговые напряжения путем собственного растяжения. Это придает грунту дополнительную прочность. Использование случайно распределенных дискретных эластичных волокон имитирует поведение корней растений и способствует устойчивости грунта, усиливая также приповерхностные слои. В процессе применения возникают сложности при смешивании волокон с грунтом. Главной проблемой является запутывание волокон и неравномерное их распределение. Если адекватные методы смешивания фибры и грунта не будут разработаны, то подобное армирование не будет возможным. В основном существует два метода, которые могут быть рассмотрены при исследовании процедуры подготовки фиброгрунта. Фибра может смешиваться с грунтом как вручную, так и механизированным способом с помощью специальных устройств. Меха-

нические устройства можно разделить на три категории: роторные рыхлители, миксеры для бетона, барабанные смесители.

Армирование грунта полипропиленовыми волокнами положительно сказывается на поведении грунта при сейсмических нагрузках. Эта технология активно применяется в Японии и реализуется двумя методами. Первый метод подразумевает внедрение непрерывных армирующих волокон в массив несвязного грунта. В этом случае волокна смешиваются с мелким песком при определенной влажности путем струйного перемешивания. Второй метод заключается в использовании коротких дискретных волокон.

Волокнистые материалы конкурентоспособны по сравнению с другими материалами. В отличие от извести, цемента и других химических инъекций, дорожное строительство с использованием дискретных полипропиленовых волокон является экологически более безопасным и не зависит от климатических условий. Материалы, которые могут быть использованы для создания волокнистой арматуры являются широкодоступными.

Включение фибры в грунт предотвращает образование трещин из-за растяжения, увеличивает водопроницаемость и прочность, снижая теплопроводность и вес строительных материалов, уменьшает «ломкость» грунта.

Однако короткие волокна полипропилена в составе массива грунта по-прежнему являются относительно новой технологией в инженерно-геологических проектах и требуют интенсивного развития и внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П. А., Игнатенко В. В., Бавбель Е. И., Науменко А. И. Обоснование структуры и состава дорожной цементогрунтовой смеси на основе математической модели // Труды БГТУ. – 2015. – № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. – С. 39–43.
2. Лыщик П. А., Бавбель Е. И., Науменко А. И. Состав минерального вяжущего для укрепления дорожных грунтов // Труды БГТУ. 2014. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 33–36.
3. Лыщик П. А., Науменко А. И. Механизмы структурообразования дорожных грунтов, укрепленных минеральными вяжущими // Труды БГТУ. 2014. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 42–44.

УДК 630*383:625.7/.8

П. А. Лыщик, проф., канд. техн. наук;
 Е. И. Бавбель, доц., канд. техн. наук;
 В. А. Кипра, студ.
 (БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИТУМНОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ МАЛОПРОЧНЫХ ГРУНТОВ

В районах дорожного строительства, где нет каменных материалов, возникает необходимость в перевозке их на большие расстояния, что увеличивает стоимость этих материалов примерно в 4–6 раз и является причиной удорожания строительства. Поэтому весьма актуальна разработка методов использования и укрепления местных грунтов вяжущими материалами.

Укрепление грунтов – это совокупность строительных операций по внесению вяжущих и других веществ, обеспечивающих существенное изменение свойств грунтов с приданием им требуемой прочности, деформативности, водо- и морозостойкости.

Укрепление грунтов органическими вяжущими материалами до последнего времени имело преимущественное распространение, при этом использовались главным образом жидкие битумы и дегти. Проведенные исследования показали, что целесообразнее применять битумные эмульсии [1].

Снижение стоимости строительства дорог и экономия органических вяжущих материалов возможны при применении битумных эмульсий.

Эмульсия представляет собой систему, состоящую из двух практически нерастворимых друг в друге жидких фаз (рисунок).

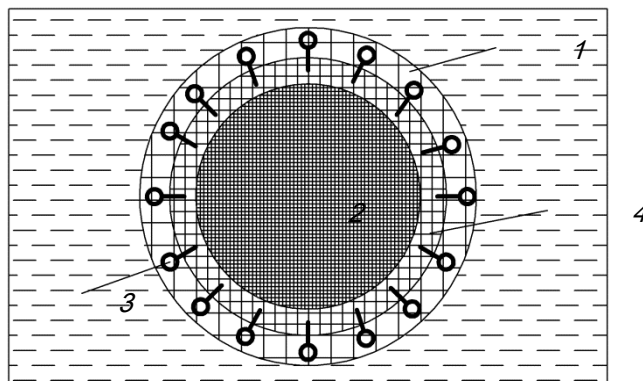


Рисунок – Схема образования эмульсии:

1 – слои воды, примыкающие к гидрофильной части эмульгатора; 2 – слой битума, связанный с гидрофильной частью эмульгатора; 3 – частицы эмульгатора; 4 – частицы эмульгированного битума

Эмульсии можно получать двумя способами – диспергированием и конденсацией. Диспергированием называется процесс механического дробления одной жидкости в другой. Для этих целей могут быть использованы различного типа установки: коллоидные мельницы, диспергаторы, ультразвуковые приборы и др. При конденсационном методе эмульсию получают путем перенасыщения гомогенного раствора двух жидкостей вследствие снижения их взаимной растворимости при добавлении к раствору третьей жидкости.

Достоинство битумных эмульсий катионного типа как вяжущего материала для дорожного строительства в том, что они характеризуются прочным прилипанием к каменным материалам кислых пород: гранитов, кварца и др. Это обусловлено природой поверхностно-активных веществ и химико-минералогическим составом каменных материалов. Дорожные битумные эмульсии применяются для получения черного щебня, пористых, плотных щебеночных и гравийно-песчаных материалов, используемых при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд; устройства защитных слоев с шероховатой поверхностью; ухода за свежееуложенным цементобетонном и цементогрунтом; закрепления откосов земляного полотна и подвижных песков; подгрунтовки под асфальтобетонные слои; при ремонтных работах и как добавку при комплексном укреплении грунтов (например, цементом, известью и др.) [1].

Надежность нежесткой дорожной одежды во многом зависит от свойств основания, которое часто состоит из нескольких слоев. Верхний слой основания из битумопесчаной смеси должен обеспечивать надежную работу асфальтобетонного покрытия - образовать вместе с ним единую упругую плиту, иметь надлежащее сцепление с покрытием и одинаковый или близкий коэффициент температурного расширения.

На основании результатов исследований установлено, что битумопесчаные смеси целесообразно использовать для дорожного строительства вместо крупнозернистых пористых асфальтобетонных смесей при дальности перевозки песка от карьера до асфальтобетонного завода в пределах до 100 км.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П.А., Бавбель Е.И. Проблема развития транспортной инфраструктуры лесопользователей // Труды БГТУ. 2011. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 62-64.

УДК 630

П.Н. Анисимов, доц., канд. техн. наук;
Е.М. Онучин, доц., канд. техн. наук,
(Поволжский государственный технологический университет, Россия)

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

По данным зарубежных аналитиков ориентировочная структура себестоимости пиловочника в России такова, что затраты на лесозаготовку составляют около 45%, на транспортировку 44%, а стоимость на корню составляет только 11% [1]. В то же время топливная составляющая в себестоимости лесоматериалов и топливной щепы в районе 30% [2]. Следовательно, снижение топливной составляющей затрат на этапе лесозаготовки способно внести наибольший вклад в снижение себестоимости лесоматериалов и топливной щепы. Способствует этому замена дизельного топлива и бензина на другие более дешёвые энергоресурсы при выполнении технологических операций.

В настоящее время имеются технические решения для использования электрической энергии при производстве щепы на территории котельных. В 2016 году был запущен в эксплуатацию гибридный харвестер, в котором наряду с основным дизельным двигателем внутреннего сгорания используется вспомогательная электрическая машина, попеременно работающая в генераторном и двигательном режимах. Рост стоимости моторного топлива способствует повышению целесообразности разработок направленных на использование древесного топлива, в частности при производстве топливной щепы.

Предлагается система автономного энергообеспечения технологических машин и оборудования, задействованных на лесосеке при производстве лесоматериалов и топливной щепы [3]. В данном случае лесосечные машины, к примеру, мобильные рубительные машины (рисунок 1), оборудуются электродвигателем и гидростанцией. Источником электрической энергии для выполнения технологических операций на лесосеке является энергетический модуль, размещаемый на отдельном шасси прицепа (рисунок 2). Таким образом, необходимая для работы гидростанции механическая энергия производится основным электрическим двигателем, а электрическая энергия производится двигателем внутреннего или внешнего сгорания на генераторном газе. Электрическая энергия от энергетического модуля к лесозаготовительной машине передается с помощью кабеля.

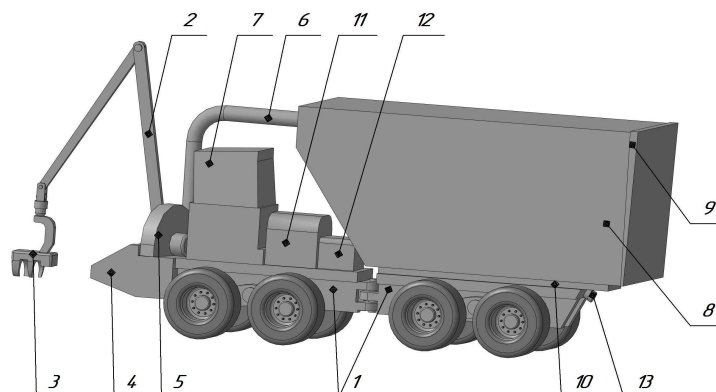


Рисунок 1 – Мобильная рубительная машина с электроприводом:

1 – самоходное шасси с шарнирно сочлененными полурамами, 2 – манипулятор, 3 – рабочий орган манипулятора, 4 – приемное окно рубительной машины, 5 – рубительная машина, 6 – пневмотранспортер, 7 – кабина оператора, 8 – кузов для щепы, 9 – откидной задний борт, 10 – гидроподъемник кузова, 11 – электродвигатель, 12 – гидростанция, 13 – штекер для присоединения силового кабеля.

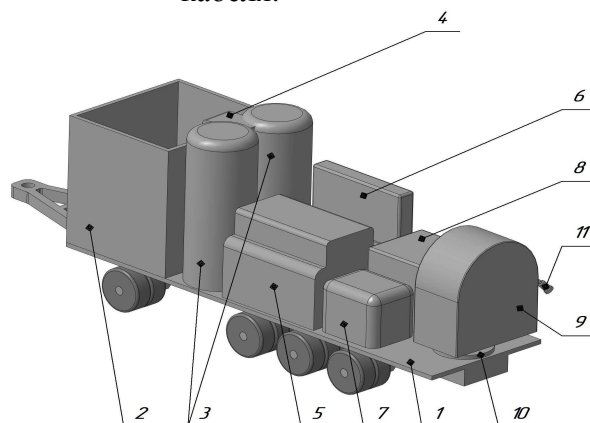


Рисунок 2 – Энергетический модуль:

1 – шасси прицепа, 2 – контейнер для щепы, 3 – газогенераторы, 4 – питатель газогенераторов, 5 – двигатель на генераторном газе, 6 – радиатор, 7 – электрогенератор, 8 – источник бесперебойного питания с аккумулятором, 9 – катушка с кабелем, 10 – поворотная платформа, 11 – штекер кабеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тамби, А. Пути повышения эффективности производства пиломатериалов // Леспроминформ. – 2018. – №4(134). – С. 86-92.
2. Анисимов, П.Н. Обоснование параметров конструкции и режима работы машины для заготовки щепы на лесосеке : дисс. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / П.Н. Анисимов. Йошкар-Ола, 2017. – 205 с.
3. Анисимов, П.Н. Разработка технологических комплексов по производству топливной щепы с автономным энергообеспечением от части производимого биотоплива // Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук. – 2018. – №5. – С. 33-36.

УДК 656.078

А.А. Платонов, доц., канд. техн. наук
(РГУПС, г. Ростов-на Дону)

К РАЗРАБОТКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЛЕСООБЕСПЕЧЕННЫХ РЕГИОНОВ

В настоящее время для лесного комплекса продолжает оставаться актуальным совершенствование и дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры лесообеспеченных регионов. Повышение транспортной доступности лесных ресурсов является одним из главных условий увеличения эффективности их освоения для своевременного обеспечения сырьевых потребностей действующих и перспективных предприятий переработки древесины.

В настоящее время исследование транспортной доступности превратилось в один из ключевых показателей оценки эффективности транспортных систем независимо от вида их отраслевой принадлежности. Традиционно многими исследователями для оценки транспортной доступности применяются такие показатели, как коэффициент Энгеля, коэффициент Успенского, коэффициент Краснопольского и т.д., использующие эксплуатационную протяжённость автомобильных и железных дорог [2]. При этом как отмечается в [1] традиционные показатели транспортной обеспеченности позволяют получить представление о наличии транспортной инфраструктуры в исследуемом регионе, но составить полную картину об эффективности функционирования транспортной системы с их помощью довольно сложно.

Учитывая вышесказанное, нами может быть предложена система показателей исследования транспортной сети лесообеспеченных регионов (рисунок), разделённая на 6 составляющих.

К показателям материально-технической базы может быть отнесена эксплуатационная протяжённость путей сообщения по применяемым для вывозки лесных ресурсов видам транспорта, пропускная способность элементов транспортной сети, а также иные показатели.

К показателям объёма грузовых перевозок могут быть отнесены показатели объёма перевозок (общего и по видам транспорта), грузооборота (общего и по видам транспорта), объёма грузовых перевозок и грузооборота с учётом площади территории и т.д.

Третьей составляющей является показатель интегральной доступности исследуемой территории. При этом нам представляется целесообразным разработать такой показатель, в котором будут предусмотрены весовые коэффициенты рассматриваемых структурных показателей общего интегрального показателя транспортной обеспеченности.



Рисунок – Показатели исследования транспортной сети

К показателям обеспеченности транспортом могут быть отнесены удельный уровень насыщенности транспортной сети подвижным составом (по видам транспорта), а также иные показатели.

К показателям эффективности функционирования могут быть отнесены транспортная подвижность, пробег транспортных средств (по видам транспорта), интенсивность движения, объём движения, удельная работа лесотранспортной системы, а также иные показатели.

К показателям объёма лесных ресурсов могут быть отнесены общая площадь лесного фонда, породный состав, запас древесины, расчётная лесосека, а также иные показатели.

Преимуществами предложенных нами показателей исследования транспортной сети лесообеспеченных регионов является высокая степень их адаптации к изменяющейся ситуации в конкретном исследуемом регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, М.В. Транспортная обеспеченность и экономическое развитие регионов (на примере регионов Поволжья) / М.В. Иванов // Вестник СамГУПС. 2014. № 2 (24). С. 125-131.

2. Платонов, А.А. О некоторых особенностях распределения эксплуатационной длины железнодорожных путей по субъектам Российской Федерации / А.А. Платонов, М.А. Платонова // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России Сборник научных трудов. 2018. С. 329-333.

УДК 630*337

И. В. Четверикова, доц., канд. техн. наук;
П. И. Попиков, проф., докт. техн. наук
(ФГБОУ ВО ВГЛТУ, г. Воронеж)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГИДРОПРИВОДА МАШИН МАНИПУЛЯТОРНОГО ТИПА

Внедрение новых лесных машин с гидроприводом рабочих органов и модернизация гидропривода машин манипуляторного типа оказывают влияние не только на показатели работы лесного комплекса, но и решает важные социальные и экологические задачи [1]. Еще с 1970 года на кафедре механизации лесного хозяйства и проектирования машин ВГЛТУ (ранее ЛТИ) начались научные исследования по усовершенствованию гидропривода лесохозяйственных машин. Все новые и новые разработки продолжаются и в настоящее время, т. к. изменяются сами машины, действующие нагрузки на рабочие органы, природно-климатические условия, а также транспортно-технологические схемы освоения лесосек в целом.

Практически повсеместно применяется технология заготовки сортиментами, что предусматривает транспортировку сортиментов с лесосек к лесовозным дорогам или водным магистралям лесными транспортно-технологическими машинами манипуляторного типа (форвардерами), как правило, это технологические машины различной грузоподъемности с колесной ходовой системой. В процессе лесозаготовки данная техника испытывает большие нагрузки на рабочие органы навесного гидрооборудования, что неизбежно рано или поздно приведет к выходу из строя основных рабочих узлов.

В связи со значительным объемом поломок гидросистем целесообразно повысить наработку на отказ гидрооборудования за счет оптимизации положений гидроцилиндров механизма подъема стрелы и применения дополнительных демпферов для машин манипуляторного типа, используемых при сортиментной заготовке древесины [2]. Основной задачей ставилась задача уменьшения всплесков давления при переходных процессах в поршневой группе гидросистемы.

Для уменьшения всплесков давления между гидролиниями гидроцилиндров был подключен через обратные клапаны дополнительный гидромеханический демпфер. Подвижный плунжер системы выполнен с осевыми отверстиями, за счет которых гасятся всплески давления рабочей жидкости при остановках стрелы. При таких остановках за счет инерции стреловая группа совершает колебательные движения в вертикальной плоскости [3]. Когда стрела будет отклоняться вверх, давление в штоковой полости возрастет, и жидкость че-

рез обратный клапан и регулируемый дроссель поступит в полости демпфера. Ступенчатый плунжер переместится в положение, когда закроется обратный клапан, и рабочая жидкость из запертой полости демпфера поступит в поршневую полость гидроцилиндра. За счет дросселирования рабочей жидкости в демпфере снижаются всплески давления, а сама стрела плавно тормозится [4].

В дальнейшем опытным путем была проведена оптимизация положений гидроцилиндров механизма подъема манипулятора автосортиментовоза и оптимизация параметров предлагаемого дополнительного демпфера, что позволило существенно снизить всплески давления рабочей жидкости в поршневой полости гидроцилиндра на 47 %, в штоковой полости – на 25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попиков, П. И. Совершенствование гидропривода сменного технологического оборудования лесных машин манипуляторного типа / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж. - 2014. Т. 2. № 2-2 (7-2).- С. 252-256.

2. Четверикова, И. В., Попиков, П. И. Повышение эффективности применения автолесовозов с гидроманипуляторами при комбинированном способе доставки древесины в условиях северо-запада РФ/ Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. - Воронеж, 2016. Т. 4. № 5-4 (25-4). С. 173-178.

3. Palpacelli, M. C. A Redundantly Actuated 2-Degrees-Of-Freedom Mini Pointing Device / M. C. Palpacelli, G. Palmieri, M. Callegri // Journal of Mechanisms and Robotics. – 2012. – Vol. 4. – no. 3.

4. Попиков, П. И. и др. Оптимизация параметров гидропривода механизма подъема манипулятора автосортиментовоза / П. И. Попиков, А. С. Черных, И. В. Четверикова, Д. Н. Родионов, К. А. Меняйлов // Resources and Technology. 2017. № 14 (4). С. 43–65.

УДК630*36

С. А. Голякевич, доц., канд. техн. наук;
С.П.Мохов, доц., канд. техн. наук;
А. Р. Гороновский, доц., канд. техн. наук;
Д. А. Кононович, зав. лаб.
(БГТУ, г. Минск)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МАНИПУЛЯТОРА КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Переход лесозаготовительного производства к механизированной технологии заготовки сортиментов привел к резкому росту себестоимости круглых лесоматериалов. Помимо стоимости самих машин и затрат на их ремонт существенный вклад в прирост себестоимости вносят затраты на энергетическое обеспечение машин. Доля топливных затрат в общей структуре себестоимости лесоматериалов на сплошных рубках главного пользования при ведении лесозаготовок комплексом машин «харвестер + форвардер» в среднем составляет 44–49%. Это максимальный показатель среди всех статей затрат и его снижение позволит существенно снизить себестоимость заготовленной древесины.

Структура энергетического потребления многооперационных лесных машин существенно зависит от конструкции самой машины, параметров привода ее рабочих органов и движителя, условий эксплуатации, типов выполняемых операций и способов их реализации, скоростных и силовых режимов работы, навыков оператора и параметров систем управления. Основным источником энергии для многооперационных лесных машин являются двигатели внутреннего сгорания, которые устанавливаются в качестве общего источника для технологического оборудования и движителя (харвестер, форвардер) либо по отдельности для данных потребителей (рубильные машины). От обоснованного выбора их мощностных характеристик во многом зависит экономичность лесных машин.

Существенным отличием лесных машин от техники иного назначения является выделение большого количества механической энергии при осуществлении технологических операций. Примером может являться падение дерева при валке, торможение хлыста при обрезке сучьев, опускание манипулятора на погрузочно-разгрузочных операциях и т.д. Рекуперация данной механической энергии позволит существенно сократить энергетическое, а соответственно и топливное

потребление многооперационных машин. Исследования в данной области активно ведутся иностранными учеными и компаниями. Так, в конструкцию современных манипуляторов для лесозаготовительной техники планомерно внедряются гидравлические рекуператоры. Однако отметим, что сейчас их основной задачей является обеспечение плавной работы манипулятора на пусковых режимах, особенно при одновременном задействовании двух и более гидравлических потребителей.

Значительное снижение удельного энергопотребления многооперационных машин также может быть достигнуто за счет использования адаптированных под конкретные условия эксплуатации машин способов и режимов выполнения операций. Для данных машин весьма актуальна реализация согласованного регулирования режимов работы двигателя и гидропривода технологического оборудования. Важно реализовать систему автоматизированного регулирования величин давления и расхода в гидросистемах на основе единых исходных данных, полученных с использованием регистрирующей аппаратуры установленной на рабочих органах технологического оборудования машин. Рассматривая такую систему управления следует особо отметить, что получившие широкое распространение в сельскохозяйственной технике системы управления чувствительные к нагрузке (Load Sensing), независимое от нагрузки распределение потока (LUDV или flowsharing) не в полной степени соответствуют требованиям предъявляемым к ним со стороны лесозаготовительных машин и являются для них не достаточно прогрессивными.

Перспективным следует считать создание систем регулирования мощности привода технологического оборудования и трансмиссии с логикой управления, основанной на характеристиках условий движения и предмета труда (диаметр, длина выпиливаемого сортамента, количество участвующих в операции потребителей и др.). На современном этапе развития техники техническая реализация такой системы является не сложной задачей. Однако для эффективного ее функционирования необходима разработка единого логического аппарата. Цель его создания – однозначная, обоснованная установка режима работы двигателя и привода для каждого из широкой гаммы условий эксплуатации. В перспективе данный логический аппарат должен обеспечивать рациональное соотношение между показателями производительности машины, ее общим КПД выраженном в виде топливных затрат, нагруженности основных узлов машины и корректироваться показателями эксплуатационных свойств машин по условию безопасности.

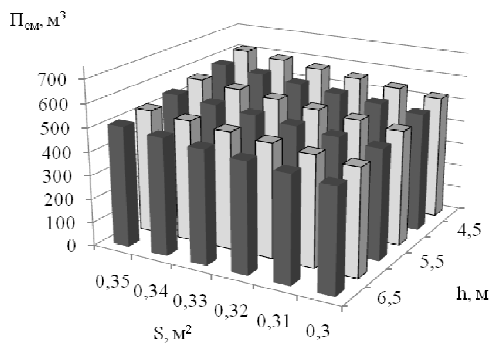
УДК630*

Д. В. Клоков, доц., канд. техн. наук;
 Е. А. Леонов, доц., канд. техн. наук;
 А.А. Духовник, студ.
 (БГТУ, г. Минск)

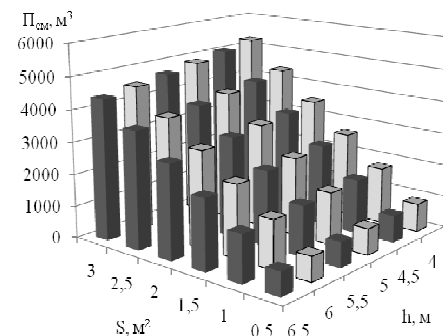
ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ОТГРУЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В последние годы лесохозяйственными учреждениями Беларуси резко возросли объемы отгружаемой древесины на станциях отгрузки лесоматериалов. В этой связи актуальной задачей является совершенствование данных производственных участков путем выбора оптимального оборудования и рациональных приемов погрузки древесного сырья.

С этой целью в работе проведена теоретическая оценка эффективности применения лесовозных автопоездов типа МАЗ 6303А8, которые активно используются лесхозами страны, в том числе и на операции загрузки ЖД вагонов, и самоходных перегружателей типа Cat М318D МН. Исследованиями установлено, что на производительность грузоподъемного оборудования оказывают влияние ряд факторов, основными из которых являются площадь поперечного сечения грейферного захвата (S , м²), средняя длина сортиментов ($l_{\text{ср}}$, м) и средняя высота подъема и опускания груза (h , м). Результаты исследований приведены на рисунке.



а



б

Рисунок – Зависимость производительности оборудования на операции «погрузка»: а – автопоезда, б – перегружателя

Определяющим фактором грузоподъемного оборудования является площадь поперечного сечения грейферного захвата, которая для автопоездов составляет 0,3-0,35 м², а для перегружателей 0,4-3,0 м². Таким образом, сопоставимость в работе между автопоездами и пере-

грузателями достигается при минимальном его значении.
УДК 625.711.84

Ю.И. Мисуно, асп.;
А.О. Шошин, ассист.;
П.А. Протас, доц., канд. техн. наук
Д.В. Корогвич, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ПОНЯТИЕ ТРУДНОДОСТУПНОГО ЛЕСФОНДА ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В соответствии с действующими нормативно-правовыми документами в Республике Беларусь к труднодоступным участкам относится заболоченный лесфонд, а также лесные массивы, на которых отсутствует необходимая инфраструктура. Такое понимание термина «труднодоступный лесфонд» носит весьма ограниченный характер.

В узком смысле труднодоступный лесфонд представляется как территория, доступ к ресурсам которой отсутствует или ограничен. Однако более широкое понимание данного термина должно включать в себя условия, при которых доступ к ресурсам не только ограничен, но и их освоение постоянно или временно усложняется по тем или иным причинам. Разработка более всеобъемлющего определения труднодоступного лесфонда с широким диапазоном сложных природно-производственных условий и ограничений, даст возможность осуществлять обоснованный выбор системы машин и технологии работ освоения труднодоступных участков.

Проведенный анализ исследований по данной теме позволил выявить ряд факторов, которые дают представление о доступности или недоступности лесных ресурсов и возможностей их заготовки:

- сложные и экстремальные условия работы рабочих и техники;
- значительные материальные и трудовые затраты;
- негативное воздействие на лесную экосистему;
- спрос и стоимость древесного сырья на рынке и т.д.

Предлагаемое определение «труднодоступный лесфонда» объединяет в себе вышеприведенные факторы и учитывает условия в Республике Беларусь. Тогда:

Труднодоступный лесфонд – это участок леса, доступ к ресурсам которого отсутствует, постоянно или временно ограничен, а также освоение которых усложняется в связи со сложными и экстремальными природно-производственными условиями.

В соответствии с условиями РБ, в качестве ограничителей или факторов доступности могут выступать следующие признаки доступности лесфонда:

- эксплуатационный;
- транспортный;
- экологический;
- экономический.

Эксплуатационный признак характеризует возможность освоения лесфонда имеющейся техникой с учетом природно-производственных условий. Для Беларуси основным критерием эксплуатационной доступности лесфонда является несущая способность лесных почвогрунтов.

Транспортная доступность лесов характеризуется наличием необходимой сети лесохозяйственных дорог и подъездных путей, а также их готовность для обеспечения транспортно-технологических операций.

Экологическая доступность характеризует возможность освоения лесфонда с точки зрения нормативно-правовых документов по условию допустимого воздействия на лесную среду. Здесь имеются ввиду те участки лесного фонда, работа в которых запрещена или ограничена действующим законодательством. В качестве критериев оценки могут использоваться такие показатели как допустимое давление на почву (для выбора системы машин), степень минерализации и степень уплотнения почв (для проектирования техпроцесса).

Экономическая доступность характеризуется рентабельностью выполняемых в лесу работ. Данный показатель зависит от таких показателей как ситуация на рынке древесной продукции, структура потребления древесины и развитие деревообрабатывающих производств.

Предлагаемые нами определение труднодоступного лесфонда и критерии оценки его доступности могут выступать в качестве основы для разработки соответствующей методологии, которая станет инструментом для принятия решения при проектировании лесозаготовительных работ, а также для решения таких вопросов как:

- поиск экономических и рыночных механизмов для стимулирования освоения труднодоступного лесфонда;
- повышение качества выполняемых работ с минимальным негативным воздействием на лесную среду;
- развитие лесопромышленной инфраструктуры;
- обеспечение сохранности лесных экосистем и др.

УДК 630*377.4

В.С. Исаченков, асс.;
 В.А. Симанович, доц., канд. техн. наук;
 А.В. Шиленок, студ.;
 А.Г. Скурко, студ.
 (БГТУ, Минск)

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОЛЕСНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ ПРИ РАБОТЕ НА ГРУНТАХ СО СЛАБОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Возможности использования колесных трелевочных тракторов расширяются в различных условиях эксплуатации. Конечным результатом их использования являются эксплуатационные показатели по величинам выполненной работы. Такой величиной может служить производительность труда, определение которой зависит от факторов эксплуатационно-производственного назначения, особенно при работе на почвогрунтах с низкой несущей способностью.

Производительность колесной трелевочной машины в таких условиях работы определялась по формуле:

$$П_{СМ} = [(T - t_{П.З.}) \cdot V_{П} \cdot \varphi_1] / t_{Ц},$$

где $П_{СМ}$ – сменная производительность, $м^3$; T – продолжительность смены, с; $t_{П.З.}$ – время на подготовительно-заключительные операции, с; $V_{П}$ – объем трелеваемой пачки, $м^3$; φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; $t_{Ц}$ – время рабочего цикла, с.

В свою очередь время рабочего цикла было определено фотохронометрированием с учетом математических методов статистического определения их величин:

$$t_{Ц} = t_0 + t_{РХ} + t_{ХХ} + t_{ПР},$$

где t_0 – время на сброс пачки и маневрирования, с; $t_{ПР}$ – время на сбор пачки, с. $t_{РХ}$ и $t_{ХХ}$ – время на движение машины в грузовом и порожнем направлениях, с, которые определяются по следующим формулам:

$$t_{РХ} = L / V_{РХ}; t_{ХХ} = L / V_{ХХ},$$

где L – длина трелевки, м; $V_{РХ}$ – скорость перемещения машины в грузовом направлении, м/с; $V_{ХХ}$ – скорость перемещения машины в порожнем направлении, м/с.

Эксплуатационным путем было установлено, что на увеличение продолжительности $t_{рх}$ существенное влияние оказывают такие факторы как длина участков со слабой несущей способностью и их количество. Так при общей длине участка со слабой несущей способностью в 50...60 м существенно увеличивается время преодоления, если этот участок разбит на два отдельных участка продолжительностью по 25...30 м. В этом случае ко времени преодоления препятствия добавляется время на торможение и разгон машины, время на сброс и поднимание пачки хлыстов или сортиментов.

Существенное влияние на продолжительность времени подтаскивания пачки оказывает такая техническая характеристика трелевочного оборудования как скорость сматывания каната в рабочем режиме и сопротивление волочению пачки, которое в свою очередь зависит от природно-климатических условий работы.

Производственными испытаниями установлено, что трелевочный трактор ТТР-401 со стандартным канатно-чокерным технологическим оборудованием при средней рейсовой нагрузке в $1,28 \text{ м}^3$ на участках волока 30...40 м с низкой несущей способностью почвогрунтов имеет продолжительность рабочего цикла 543 с при длине трелевки в 150 м, и 763 с при длине в 300 м. Было установлено, что в условиях работы на почвогрунтах с удовлетворительной несущей способностью, эти цифры составили 425 с и 643 с соответственно. При односменной семичасовой работе производительность труда составила $63,65 \text{ м}^3/\text{см}$ и $43,90 \text{ м}^3/\text{см}$ при 150 м трелевки, а при 300 м трелевки – $33,06 \text{ м}^3/\text{см}$ и $43,15 \text{ м}^3/\text{см}$ соответственно.

Изменения в конструкцию технологического оборудования колесного трелевочного трактора ТТР-401 были внесены сотрудниками кафедры вуза.

Предложенная модернизация позволит в начальный момент буксования трактора перевести технологическое оборудование из навесного положения в прицепной вариант и преодолевать труднопроходимые участки не снижая темпа работы, при этом позволяет снизить повреждение поверхностного слоя растительности, что приводит к быстрому восстановлению биологического разнообразия.

Представленные данные могут быть использованы при определении норм времени на выполнение различных приемов технологического процесса, установлении норм расхода топлива при работе трелевочных тракторов в различных условиях эксплуатации.

УДК630*848(075.8)

Д. С. Лыско, студ.
(БГТУ, г. Минск)

МЕТОДИКА ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В последнее время для нашей страны все большую актуальность приобретает проблема рационального использования лесосырьевых ресурсов за счет применения малоотходных и безотходных технологий заготовки и переработки древесины. Одним из основных направлений развития лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности по данной проблеме является переработка отходов и низкокачественной древесины на щепу.

Учитывая множество типов рубильных машин, технологических цепочек производства щепы, которые будут иметь различную эффективность применения целесообразно разработать методику выбора технологии заготовки топливной щепы. Для этого выполнен анализ существующих типов и конструктивных решений рубильных машин, как головного оборудования в производстве щепы и существующих технологий их работы.

Для производства топливной щепы применяется широкий спектр машин и оборудования, существенно различающегося технологическими и техническими параметрами.

Рубильные машины делятся по:

- виду режущего инструмента;
- способу загрузки измельчаемого материала;
- способу удаления щепы из режущего механизма;
- мобильности;
- наличию силового привода;
- виду источника энергии;
- способу подачи сырья.

Передвижные машины в свою очередь делятся на:

- самоходные – смонтированные на автомобиле, тракторе, форвардере или специальном самоходном шасси;

– прицепные – смонтированные на прицепной тележке, перемещаемой посторонним источником тяги.

Организация производства древесного топлива в каждом конкретном случае требует глубокой проработки возможных технологий и вариантов применяемого оборудования.

Основными технологическими процессами производства топливной щепы являются:

– производство топливной щепы из отходов лесозаготовок на рубках главного пользования;

– производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках главного пользования;

– производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках промежуточного пользования и прочих рубках;

– производство топливной щепы из отходов лесопиления и деревообработки;

– производство топливной щепы из пнево-корневой древесины.

Заготовка топливной щепы может производиться на лесосеке, а также на складах, в зависимости от условий работы, объема древесного сырья и наличия необходимой техники.

При заготовке щепы на складе первым этапом является доставка древесной массы с лесосеки форвардером либо прицепной тележкой на склад. При это в качестве рубильной машины могут быть использованы как стационарные, так и передвижные. В дальнейшем с полуценной щепой могут производиться следующие операции:

– вывозка автощеповозами потребителю либо в цеха для дальнейшей переработки;

– складирование щепы на складе для накопления и последующей вывозке;

– использование в качестве энергетического сырья в котельной.

На основании всего этого разработана методика выбора технологии заготовки топливной щепы, которая включает следующие этапы:

1) Определение места производства (лесосека, промежуточный склад, нижний склад);

2) Вид используемого сырья (дровяная древесина, порубочные остатки, низкокачественная древесина);

3) Подбор системы машин (система должна соответствовать требованиям условий работы и исходя из параметров используемого сырья);

4) Экономическое обоснования выбора системы машин;

5) Оценка соответствия экологических требований и стандартов.

Данная методика позволяет эффективно подобрать технологию заготовки топливной щепы в различных условиях работы с различным видом используемого сырья, и предложить более выгодную с экономической точки зрения систему машин.

УДК 667.635:674.21

С.В. Шетько, доц., канд. техн. наук; С.А. Прохорчик доц.,
канд. техн. наук; С.С. Гайдук, доц., канд. техн. наук;
А.С. Чуйков, ассист., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ TROYSOLLAC НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

Согласно одной из теорий адгезии (механической) процесс образования связей происходит в результате затекания в поры и трещины поверхности древесины жидкого адгезива (лакокрасочного материала), который затем затвердевает, обеспечивая механическое сцепление с твердым телом. Известно, что термомеханическое уплотнение поверхности древесины будет способствовать снижению шероховатости и уменьшению адгезионной прочности. Поэтому, в качестве модифицирующей добавки был выбран жидкий анионный агент TROYSOLLAC, позволяющий сократить поверхностное натяжение лакокрасочных материалов и улучшить смачиваемость поверхности. Он подходит для латексных адгезивов и других водных композиций.

Для проведения испытаний было приготовлено 6 модифицированных лакокрасочных составов. В исходный состав акриловых водно-дисперсионных лаков отечественного производства («МАВ» BRAVA ACRYL 41 и «АкваЛид паркет») вводили необходимое количество добавки и тщательно перемешивали в течение 10 мин. Приготовлено 6 составов: концентрация TROYSOLLAC составляла 0,3, 0,4 и 0,5 мас. % соответственно для лака BRAVA ACRYL 41 и лака «АкваЛид паркет».

Полученные лакокрасочные составы наносили в три слоя кистью на поверхность древесины ольхи. Процесс сушки осуществляли в вытяжном шкафу, а продолжительность процесса составляла 2 ч на каждый слой. Далее покрытия выдерживали не менее 48 ч при комнатных условиях.

Всего покрыто лаком 16 образцов из древесины ольхи: восемь необработанных и, соответственно, восемь образцов, модифицированных термоуплотнением.

Определение адгезионной прочности лакокрасочных материалов методом отрыва проводили согласно ГОСТ 27325–87 [1].

Сущность метода заключается в определении сопротивления готового лакокрасочного покрытия отделению от подложки при приложении перпендикулярной растягивающей силы при помощи измерения усилия отрыва участка покрытия от окрашиваемой поверхности образца.

Для проведения испытаний использовали разрывную машину, позволяющую производить измерение нагрузок в пределах от 50 до 2 500 Н, металлические цилиндры, сверло для кольцевого сверления, клей эпоксидный или другой клей, когезионная и адгезионная прочность которого не ниже эпоксидного клея, и не вызывающий видимых изменений испытуемых лакокрасочных покрытий за время контакта. Результаты исследований приведены на рисунке 1.

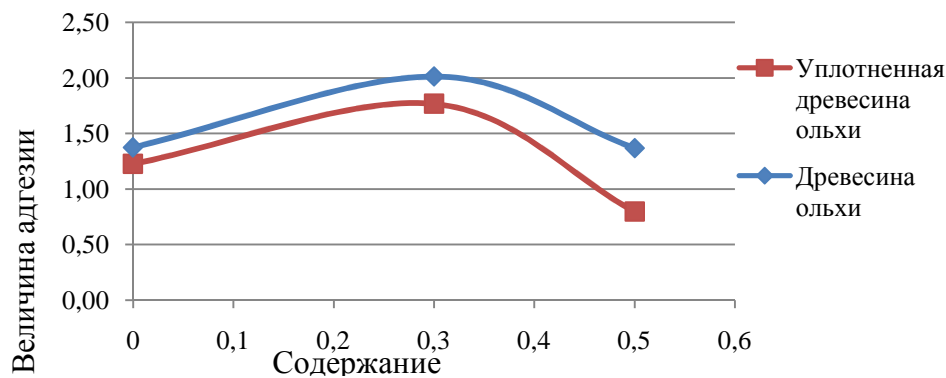


Рисунок 1 – Исследование адгезионной прочности модифицированных лакокрасочных составов

Установлено, что термоуплотнение древесины ольхи приводит к снижению адгезии в среднем на (10 – 15)%, что, по-видимому, объясняется снижением пористости древесины при уплотнении. Добавление 0,3 мас. % анионного агента TROYSOL LAC в лакокрасочные композиции позволило увеличить адгезию лака с поверхностью образцов из уплотнённой и неуплотненной древесины ольхи в среднем на (25 – 30)%. Наиболее существенное увеличение адгезионных сил наблюдается для составов на основе лака «АкваЛид паркет». Оно достигает значения 1,77 МПа на термоуплотненной древесине и 2,01 МПа на неуплотненной. Однако, увеличение концентрации добавки в лакокрасочных материалах до 0,5 мас. % ведет к значительному снижению адгезионной прочности на (30 – 40)% по отношению к не модифицированному лаку. Для составов на основе мебельного лака BRAVA

ACRYL 41 рост сил адгезии также существенный при нанесении на уплотненные образцы древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1 Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения адгезии лакокрасочных покрытий : ГОСТ 27325-87. – Введ. 01.01.89. – М. : Изд-во стандартов СССР, 1994. – 7 с.

УДК 667.635:674.21

А.А. Барташевич, проф., канд. техн. наук;

Л.В. Игнатович доц., канд. техн. наук; (БГТУ, г. Минск)

Н.А. Журавский, ст. науч. сотр., канд. техн. наук;

Е.А. Баштовая, науч. сотр. (ГНУ ИТМО им. А.В. Лыкова НАН РБ)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Реологические характеристики защитно-декоративных покрытий на водной основе для древесины, в значительной мере определяющие их эксплуатационные показатели – укрывистость, степень пропитки, сохранность цвета, скорость высыхания и т.п., тесно связаны с технологией нанесения краски на поверхность. Лишь очень разбавленные водные дисперсии полимеров являются идеально вязкими жидкостями.

Основным показателем, отражающим реологические свойства лакокрасочных материалов, является вязкость. Значение вязкости определяется коэффициентом пропорциональности в выражении, связывающем при внешней нагрузке напряжение сдвига слоя покрытия τ с градиентом скорости сдвига γ .

В системе СИ вязкость выражается в Па·с. Для оценки этого параметра был использован специализированный прибор – ротационный вискозиметр Fungilab Expert L. Испытания проводили согласно ГОСТ 25271–1993 [1].

Методика испытаний основывалась на том, что исследуемую жидкость (лакокрасочный материал) помещали в малый зазор между двумя соосными телами (цилиндры, конусы, сферы, их сочетание), необходимый для сдвига исследуемой среды. Одно из тел на протяжении всего опыта оставляли неподвижным, другое, называемое ротором ротационного вискозиметра, совершало вращение с постоянной скоростью (10 об/мин). Вращательное движение ротора вискозиметра передавалось к другой поверхности посредством движения вязкой среды. Вязкость определяли по крутящему моменту при заданной угловой скорости.

Перед началом измерений вискозиметр устанавливали в горизонтальном положении по пузырьковому уровню. Затем закрепляли циркуляционную ячейку на соединительной планке. Контейнер для жидкой пробы закрывали крышкой и вставляли его в нижнюю часть циркуляционной ячейки. После этого подвешивали шпindel (TL5, TL6, TL7) на крючок. Далее при помощи шприца на 20 мл добавляли в контейнер небольшое количество анализируемой пробы (от 6,7 до 13,5 мл) и медленно опускали шпindel в контейнер циркуляционной ячейки.

В главном меню производили выбор единиц измерения вязкости и температуры, а также задавали значения основных параметров – скорости вращения шпинделя и предполагаемой плотности образца. Один из результатов испытаний представлен на рисунке 1.

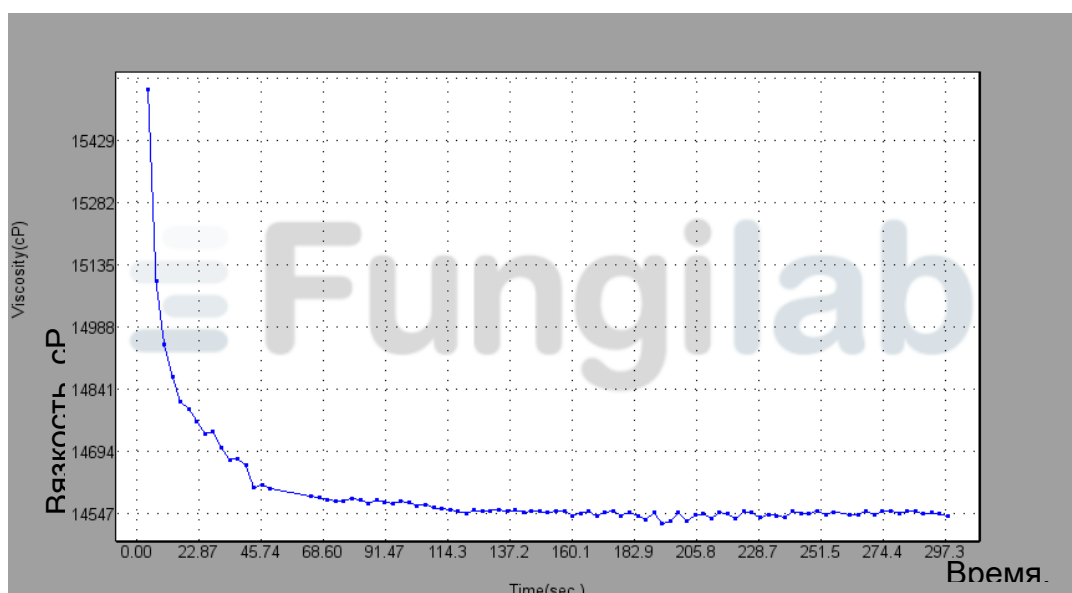


Рисунок 1 – График изменения динамической вязкости от времени краски «Remmers»IndulineDW-601/20

Полученная кривая течения водно-дисперсионных лакокрасочных материалов характерна для пластических жидкостей с небольшими значениями предела текучести. В некотором приближении их можно назвать псевдопластиками. Для водно-дисперсионных лакокрасочных материалов характерна незначительная тиксотропия, которая определяется по расслоению кривых течения, полученных, как при увеличении скорости сдвига, так и при уменьшении ее величины, после достижения предельного значения напряжения сдвига в исследуемом диапазоне значений. Полученные зависимости позволяют оценить исследованные составы защитно-декоративных покрытий, как базовые для дальнейшей их модификации применительно к задачам проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пластмассы. Смолы жидкие, эмульсии или дисперсии. Определение кажущейся вязкости по Брукфильду: ГОСТ 25271–1993. Введ. 01.01.1995. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 14 с.

УДК 630*:674

С. П. Трофимов, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, Минск)

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА УГОЛ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В докладе представлены результаты экспериментальных исследования изменчивости угла естественного откоса некоторых распространенных видов измельченной древесины (ИД) в зависимости от частоты динамических воздействий встряхивания. Они могут быть использованы при решении задач транспортирования, бункеровки, кучевого хранения сыпучего материала. При проведении исследований использована лабораторная установка с регулированием частоты встряхивания посредством инвертора. Учет характеристик сыпучести измельченной древесины является основой совершенствования технических решений и правил эксплуатации оборудования (например, ленточных конвейеров). В таблице 1 приведена выборка из материалов проведенных исследований.

Таблица 1 – Средние значения угла откоса измельченной древесины

Вид измельченной древесины	Источник измельченной древесины	Среднее значение угла откоса ИД, φ, град. при частоте встряхивания, n, 1/с				
		0	1	2	3	4
Стружка фрезерования, сухая-сосна	Четырехсторонний строгальный станок «Powermat-500»	50,5	-	35,2	26,2	18,8
Стружка фрезерования, сухой бук	Четырехсторонний строгальный станок «Unimat-500»	39,2	-	35,0	25,7	19,3
Опилки, дуб, после распиловки высушены	Ленточнопильный станок «Wood Mizer»	42,2	-	39,3	29,4	22,2
Пыль шлифования березовой фанеры	Шлифовальный станок «Steinemann»	32,0	-	27,5	21,2	16,0
Опилки распиловки плит МДФ	Круглопильный станок «Solco»	32,3	-	25,5	18,2	14,7
Стружка фрезерования сосны	Четырехсторонний строгальный станок	33,9	-	25,0	19,2	15,1

сухая	«Grigio»					
Опилки сосны, после распиловки высушены	Круглопильный брусующий станок «ГТ5/550/320»	47,7	-	36,5	26,3	20,8

Приведенные данные иллюстрируют значительную зависимость угла естественного откоса ИД от частоты динамических воздействий на нее.

УДК 674.833

Федосенко И. Г., доц., канд. техн. наук,
(БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРЫ ДЕРЕВЬЕВ В ЭКОДИЗАЙНЕ ЭКСТЕРЬЕРА И ИНТЕРЬЕРА ЗДАНИЙ

При переработке древесины образуется множество вторичных древесных ресурсов, применения которым ранее не находили и утилизировали их как не имеющие ценности отходы. С развитием новых технологий и оценочных подходов к жизнедеятельности человека, такие ресурсы находят все больше областей применения и замещают вредные материалы, производимые из продуктов переработки нефти. Одним из таких ресурсов с раскрываемой сегодня ценностью является кора деревьев.

В Республике Беларусь кора выделяется в обособленный ресурс в основном при окорке круглых лесоматериалов перед механической обработкой, требующей получения чистой древесины.

Использование коры в производстве строительных и конструктивных материалов за счет вовлечения в оборот естественного углерода улучшит экологию, за счет введения в общий объем изделия снизит потребление более дорогих материалов, увеличит звуко-теплоизоляционные свойства продукта, за счет цветового контраста и проницаемости для жидких красителей улучшит эстетическое восприятие.

Желание создать здоровые условия существования заставляет человека переосмыслить окружающее пространство и вызывает желание погрузиться в первозданную красоту природы. Так в последние годы в Европе набирает популярность использование цельнолистовой коры, заготовленной с живого или свежеспиленного дерева тополя. Такой материал отлично подходит как для защиты от атмосферных воздействий, так и для внутренней отделки стен.

Тем не менее, основная практика использования коры сосредоточена на переработке отходов изготовления бутылочных пробок. Пробки, традиционно изготавливают из коры пробкового дуба (*Quercus suber*). Не весь материал подходит для использования по назначению, т.к. не соответствует однородности, толщине и меха-

нической стойкости. Существует масса технологий, позволяющих использовать отходы пробки в народном хозяйстве. Наиболее интересной технологией является: измельчение коры до размера 20 мм, сортировка от примесей и мелочи, пропаривание в автоклаве при температуре 400 °С, в результате которого частицы увеличиваются в размерах и выделяют вещества, являющиеся связующим, формование и охлаждение до комнатной температуры. Полученный материал (Expanded Cork) имеет размеры 1000×500 мм и толщину от 10 до 300 мм (в ЕС стоимость составляет 4,31–75,94 евро соответственно). Он используется для тепло- и звукоизоляции зданий, изготовлении стеновых блоков, изделий интерьера и мебели. Аналогичным способом изготавливают плитку DECOPROYES, имеющую большие размеры – 1024×1024 мм. Плотность такого материала всего 120 кг/м³, что обеспечивает уникальные изолирующие свойства. Так удельная теплоемкость этого материала достигает 2100 Дж/кг·К, что в 1,5–2 раза выше, чем у синтезированных нефтехимических изоляционных материалов.

Еще в Советском Союзе были освоены древесно-корьевые плиты плотностью 600–800 кг/м³ на клеевых связующих, таких как: сульфитно-спиртовая барда или фенолформальдегидные смолы. Без связующих прессовали лишь плиты на основе хвойной коры, чаще еловой, которую заготавливали длинными лентами.

Известны материалы из коры, где в качестве вяжущего использовали гипс или цемент (королит). Кроме того, кора использовалась для производства легких бетонов в качестве наполнителя (не более 50% по массе).

Учитывая экологическую обстановку Республики Беларусь, в большей части спелой древесины содержатся изотопы цезий 137 и стронций 90. При этом основная концентрация этих элементов находится именно в коре, т.к. она является внешней преградой дерева от окружающей среды. Использование такой коры для производства изделий и материалов для жилища в чистом виде затруднительно. Мы попытались решить эту проблему и остановились на производстве плит и панелей, где кора связывается гипсовым вяжущим с добавлением извести, как природной редуцирующей и пластифицирующей добавки, снижающей радиационный фон по Cs-137 в среднем в 10 раз.

Этот способ позволит наиболее эффективно использовать отходы окорки древесины, заготовленной в местах пострадавших от аварии на ЧАЭС и других районах с высоким радиационным фоном (территория РБ).

УДК 674.833

О. К. Леонович, доц., к.т.н, зав. НИЛ ОСКиМ
(БГТУ, г. Минск)

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛА- РУСЬ

В Республике Беларусь имеется достаточная лесосырьевая база. Так расчетная лесосека в стране составляет около 30 млн. м³ в год. На различные хозяйственные нужды заготавливается около 19 млн. м³ древесины. Таким образом древесины достаточно чтобы активизировать ее рациональное использование в том числе и в деревянном домостроении. В настоящее время наиболее востребованы технологии производства деревянных домов: бревенчатые, из оцилиндрованной древесины, клееного массивного или профилированного бруса и каркасного типа.

В зарубежных странах доля малоэтажных многоквартирных домов значительно выше чем в нашей стране. Так в Германии из 300 тысяч домов в год 88% одноэтажные в т. ч. каркасные 55% модульные 25%, панельные 20%. В Канаде строится 230 тыс. жилых домов в год в т. ч. каркасные дома 97% из них дома на одну семью 52%. В Республике Беларусь доля малоэтажных деревянных домов составляет всего около 5% от общего объема строительства жилья.

Основной проблемой при строительстве домов из бревен в т. ч. и из оцилиндрованной древесины – это длительный период усадки, составляющий около 5 см в течении года на 1м высоты сруба и для обеспечения нормативного термического сопротивления теплопередаче толщина стен должна быть не менее 43-45 см. При строительстве ограждающих конструкций из клееной массивной древесины эта проблема отсутствует, но при их производстве используются фенольные клея, которые в процессе эксплуатации длительное время выделяют вредные вещества такие как фенол, формальдегид и другие 2-3 класса опасности [1-5].

При строительстве домов каркасного типа практически всеми производителями для утепления используются различного типа стекловаты, а для крепления деревянного каркаса плиты OSB при производстве которых используются фенольные смолы и в процессе эксплуатации они также длительное время выделяют вредные фенольные соединения.

Сдерживающим фактором развития деревянного домостроения в Республике Беларусь на данный момент является отсутствие технологии перекрестно клееной древесины (CLT-панели) и клееных панелей и балок из шпона (LVL-бруса), а также МНМ панелей при производстве которых не используются клеевые композиции.

Объектом исследования являются стеновые панели для домов каркасного типа с вентилируемыми проемами с применением новой теплоизоляционной древесноволокнистой плиты сухого способа прессования по методу Siempelkamp выпускаемой (ОАО «Мозырский ДОК») и креплений конструкций каркаса плитными материалами, в которых не используются фенолформальдегидные, фенольные и другие клея выделяющие при эксплуатации вредные вещества.

Рассмотрены варианты использования экологически безопасного утеплителя при производстве панелей для деревянного малоэтажного строительства осуществляется на двух предприятиях РУП «Завод газетной бумаги» и ОАО «Гомельдрев», также в ряде частных небольших производств.

Предложено проектировать ограждающие конструкции у которых термическое сопротивление теплопередаче не ниже нормативного $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Эффективное развитие каркасно-панельного домостроения возможно получить только, внедряя научные разработки по созданию новых промышленных технологий, опытных конструкций с учетом нормативных требований по сопротивлению теплопередаче, расчетных значений температуры, максимального парциального давления водяного пара и относительной влажности для конструкции стеновой панели в различных сечениях, проведенными в соответствии с требованиями нормативных документов.

Для активизации и пропаганды деревянного домостроения создать на одном из предприятий отрасли «Умный дом» с минимальными энергетическими потерями с использованием теплонасосов, энергии солнца, рекуперации тепла при воздухообмене и автоматизацией всех систем энергообеспечения и решить следующее:

- В ограждающих внутренних стеновых панелях и перекрытиях домов каркасного типа не допускать использование теплоизоляционных материалов, выделяющих фенольные вещества в том числе и стекловаты. При строительстве домов каркасного типа в качестве теплоизоляционного материала рекомендуется использовать теплоизоляционные плиты на основе древесного волокна непрерывного прессования по технологии «Siempelkamp» выпускаемых на ОАО «Мозырский ДОК».

- Используемые клееные конструктивные изделия не должны выделять токсичные вещества, причем используемые материалы должны быть трудно горючими; теплоизоляционные материалы должны быть экологически безопасными; деревянные конструкции в обязательном порядке должны быть подвергнуты обработке экологически безопасными огнебиозащитными средствами; при строительстве домов необходимо использовать древесину после технической сушки;

– Увеличить объем рекламной и просветительской работы о преимуществах деревянного домостроения; активизировать научные разработки по созданию огнестойких клеев для древесины и плитных материалов; использовать безопасные огнебиозащитные средства;

– Разработать нормативную базу строительных норм и правил в деревянном домостроении. Концепция развития успешного экологически безопасного деревянного домостроения в Республике Беларусь должна предусмотреть следующие основные мероприятия:

– Разработать предложения по организации производства клееного щита из перекрестной древесины (CLT) и (МНМ).

– Исследовать конструкции стеновых панелей, созданных из деревянных панелей и экологически безопасного утеплителем из теплоизоляционной древесноволокнистой плиты сухого способа прессования, производимого в ОАО Мозырский ДОК.

– Разработать СПБ «Деревянные конструкции. Правила проектирования малоэтажных каркасно-панельных зданий».

– Разработать СТБ «Методы определения прочностных и упругих характеристик древесины перекрестно-клееной (CLT) и (МНМ).

– Разработать СПБ «Деревянные конструкции. Правила проектирования зданий из перекрестной древесины на клеевой основе (CLT) и экологически безопасной, (МНМ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович О. К. Конструктивные и химические методы биозащиты деревянных домов каркасного типа // Архитектура и строительство – Минск: 2013. – №1. – С. 40-43.
2. Леонович О. К., Судникович С. П. Деревянные строительные конструкции для домов каркасного типа повышенной огне-биостойкости с утеплителем на основе LDF // Архитектура и строительство – 2013. – №2. – С.
3. Леонович О.К. Защита клееных деревянных конструкций (КДК) от биоповреждений в производственных и бытовых условиях. // Мастерская Современное строительство – Минск: 2013. – №100. – С. 184-186.
4. Леонович О. К. Расчет теплопереноса в стеновых панелях деревянного дома каркасного типа с применением новых теплоизоляционных материалов // Архитектура и строительство – Минск: 2014. – №1. – С. 42-43.
5. Леонович О. К. Повышение долговечности и экологической безопасности стеновых панелей деревянных домов каркасного типа // Труды БГТУ. – 2014. – №2 (166): Лесная и деревообработ. пром-сть. – С. 122-125.

УДК 674.047.3

О.Г. Рудак, ассист., маг.т.н.
С.В. Шетько, доц., к.т.н.
(БГТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Сушка древесины – продолжительный и энергоемкий процесс.

В зависимости от породы древесины, толщины пиломатериала, начальной и конечной влажности, продолжительность сушки составляет от 2 до 30 суток.

Основные факторы, влияющие на качество сушки пиломатериалов:

1) Характеристика пиломатериалов:

- порода древесины,
- толщина пиломатериалов,
- начальная и конечная влажность п/м
- направление волокон.

2) Характеристика сушильной камеры:

- скорость циркуляции сушильного агента,
- соблюдение параметров режимов сушки.

3) Организация работ в процессе сушки п/м

- формирование штабеля,
- контроль за датчиками (влажности, температуры).

4) Развитие грибных и плесневых поражений

5) «Смолистость» (для хвойных пород).

При разработке рациональных режимов сушки особое влияние оказывают условия произрастания древесины:

- порода древесины, место и скорость роста (в сухой или болотистой местности, в северных или южных широтах, на поляне или в лесу);

- действительная плотность древесины;
- случайные смоляные гнёзда, дефекты материала;
- случайная влажность на поверхности материала

Для разработки рационального режима сушки пиломатериалов необходимо исследовать следующие параметры:

1) Влагопроводность древесины;

2) Характер возникновения внутренних напряжений и их количественную оценку;

3) Тепловые характеристики древесины;

4) Продолжительность проведения операции сушки.

Основные факторы, определяющие коэффициент влагопроводности древесины, следующие:

- 1) влажность,
- 2) температура,
- 3) положение в стволе (заболонь или ядро и спелая древесина),
- 4) плотность (зависит от породы древесины),
- 5) направление (вдоль волокон и поперек волокон — радиальное или тангенциальное).

Оценка качественных и количественных характеристик внутренних напряжений, возникающих в пиломатериалах при сушке производилась с помощью следующей формулы:

$$\sigma = \alpha \cdot E_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta W) \times \left[\Delta W - \frac{\Delta W_{max} \cdot x \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \beta \cdot \Delta W_{max} \right)}{2R + \beta \cdot \Delta W_{max} \cdot x} \right]$$

где α — коэффициент усушки, R — половина толщины доски, мм, x — глубина испарения, мм, ΔW_{max} — максимальный перепад влажности, %, ΔW — перепад влажности, %, β — коэффициент, учитывающий зависимость модуля упругости E от перепада влажности.

Регрессионная зависимость определения продолжительности процесса сушки:

$$\tau = 553,25 - 20,8 \cdot T - 8,95 \cdot S + 10,1 \cdot W_n + 0,12 \cdot T \cdot S - 0,032 \cdot S \cdot W_n - 0,03 \cdot T \cdot W_n + 0,18 \cdot T^2 + 0,073 \cdot S^2 - 0,013 \cdot W_n$$

где T — температура обрабатывающей среды, °С; W_n — начальная влажность пиломатериалов, %; S — толщина пиломатериалов, мм.

Результаты исследования были применены при разработке новых режимов сушки древесины, обеспечивающих:

- 1) экономию энергоресурсов,
- 2) повышение производительности сушильного оборудования,
- 3) достижения высокого качества продукции деревообработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уголев, Б. Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. — М.: Лесная пром-сть, 1971. — 63–64 с.

УДК 674-419.32

И.И. Веретиков, асс.
(БГТУ, г. Минск)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТНОГО И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ

Фанера обладает высокой механической прочностью, стабильностью форм, повышенной износостойкостью, высокой атмосферо- и теплостойкостью, является экологически безопасным материалом. Однако температурно-влажностное воздействие может разрушить клеевые соединения. Это в свою очередь сопровождается снижением прочностных показателей [1].

Информацию о работоспособности клеевых соединений получают из ускоренных методов испытаний. Проведены опытные исследования по влиянию температурно-влажностных факторов на значения предела прочности при скалывании образцов фанеры различных марок и исследования методом неразрушающего контроля.

Неразрушающие методы контроля (НМК) – методы контроля материалов, используемых для обнаружения нарушения однородности макроструктуры, не требующих разрушения образцов материала [2].

Проведен анализ полученных данных, построена и проанализирована графическая зависимость, сделаны выводы о влиянии температурно-влажностных факторов на прочностные значения клееных материалов и актуальность использования метода неразрушающего контроля.

Для изготовления конкретных видов образцов использовали 2 типа фанеры: фанеру марки ФК толщиной 4 мм сорт IV/IV (3-х слойная) и фанеру марки ФСФ толщиной 4 мм сорт III/IV (3-слойная). Древесная порода – береза. Испытания проводили на сухих образцах без предварительной обработки и на образцах, подвергнутых температурно-влажностному воздействию. Также было осуществлено сквозное прозвучивание на произвольной базе с контактной смазкой помощью измерителя времени и скорости распространения ультразвука «Пульсар-2». Результаты обобщены в таблице 1.

Расчет прочности образцов производился по формуле (1):

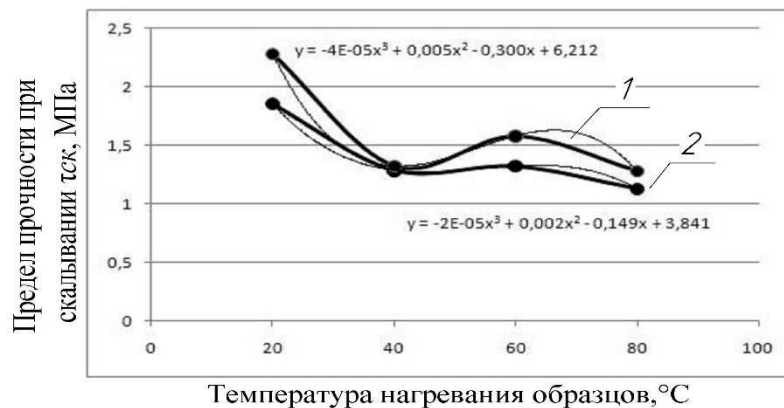
$$R = A_0 + A_1 \cdot V + A_2 \cdot V^2 + A_3 \cdot V^3 \quad (1)$$

где R – прочность (МПа); V – числовое значение скорости ультразвука (м/с); A_i – коэффициенты ($i = 0, 1, 2, 3$), заносимые в прибор в экспоненциальной форме в МПа.

Таблица 1 - Результаты проведения испытаний

Наименование марки фанеры	Предел прочности при скалывании, МПа
Контрольные испытания образцов	
Фанера марки ФК	1,850
Фанера марки ФСФ	2,280
Испытания образцов после температурно-влажностного воздействия	
Нагревание образцов в течение 6 ч, температура воздуха $t= 40^{\circ}\text{C}$, влажность $W=20\%$	
Фанера марки ФК	1,285
Фанера марки ФСФ	1,325
Нагревание образцов в течение 6 ч, температура воздуха $t= 60^{\circ}\text{C}$, влажность $W=20\%$	
Фанера марки ФК	1,320
Фанера марки ФСФ	1,582
Нагревание образцов в течение 6 ч, температура воздуха $t= 80^{\circ}\text{C}$, влажность $W=20\%$	
Фанера марки ФК	1,129
Фанера марки ФСФ	1,286

На рисунке 1 представлена графическая зависимость предела прочности фанеры при скалывании от температурно-влажностного воздействия, полученная по данным таблицы 1.



1 – образцы фанеры ФСФ; 2 – образцы фанеры ФК
Рис.1.Графическая зависимость предела прочности фанеры от температурно-влажностного воздействия

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Хрулев, В.М. Долговечность клееной древесины (изд. 2-е, переработанное) / В.М. Хрулев. - М.: Лесная пром-сть», 1971. -160с.
- 2.Каневский, И.Н. Неразрушающие методы контроля: учебное пособие/ И.Н. Каневский, Е.Н. Сальникова.- Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2007.-243с.

УДК 674.048

студ. А.Ю. Антоник
Науч. рук., к.т.н И. К. Божелко
(БГТУ, Минск)

БИОВЛАГОЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОПИТКИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

Не для кого не секрет, что древесина и изделия из нее подвержены разрушению под воздействием как климатических, так и биологических факторов. Поэтому существует необходимость в защите как самой древесины, так и изделий из нее.

Древесина зачастую является незаменимым строительным материалом, который обладает целым рядом достоинств, но имеет и существенные недостатки. Одним из них является ее подверженность разрушению грибами, так как, являясь органическим материалом, она служит благоприятной средой для развития грибов, заселяющих древесину в лесу, на складах и в процессе службы. Основными факторами, вызывающие разрушение древесины и изделий из нее, являются:

- 1) Биологические факторы: грибы, насекомые, водоросли, бактерии;
- 2) Климатические факторы: осадки (дождь, снег, град), УФ-излучение, колебания температуры, ветер;
- 3) Огонь;

Защита древесины включает все меры, которые предотвращают разрушение древесины, древесных материалов или деревянных конструкций (например, бревенчатых домов, кровельных конструкций, мебели, древесины, столбов) от повреждений, вызванных погодой, насекомыми и грибами, что обеспечивает длительный срок службы.

Для того, чтобы исследовать долговечность защищенной антисептиком древесины, были проведены испытания на биостойкость и вымываемость.

Образцы прошли несколько циклов испытаний, соответствующих 6 месяцам, 1 году и 2 годам эксплуатации. Восемь циклов испытаний по каждому методу соответствуют одному году эксплуатации. Чтобы подтвердить возможность эксплуатации в течение большего срока, необходимо повторить круг испытаний из восьми циклов требуемое количество раз.

По итогу защищающая способность антисептика против древоокрашивающих и плесневых грибов после искусственного старения оценена как:

- 6 месяцев – эффективный;
- 1 год – среднеэффективный;
- 2 года – малоэффективный.

Исходя из проведенного исследования на устойчивость к вымыванию было установлено, что спустя 30 суток защитный состав вымылся на 45 %. Таким образом, нельзя говорить о полной защищенности древесины от влаги во времени.

На сегодняшний день предлагаемые современным рынком антисептики можно разделить на две основные группы. Первая - антисептирующие пропитки, представляющие собой раствор солей или некоторых других веществ (фунгицидов, комбинированных продуктов). Эти препараты требуют последующей обработки поверхности с целью её изоляции (во избежание вымывания, испарения антисептика) или предотвращения прямого контакта с телом человека (из-за токсичности составляющих). Вторая группа объединяет антисептирующие покрытия, образующие защитную плёнку. В этом случае дополнительной обработки деревянной поверхности не требуется. Продукция обеих групп выпускается как на водной основе, так и на основе органических растворителей.

В продаже имеется немало антисептической продукции как отечественной, так и зарубежной.

Биовлагозащитные составы – это препараты для борьбы с грибами, плесенью и другими вредителями, придающие древесине защитные, водоотталкивающие и декоративные свойства. Появление таких составов было вполне логичным: зачем покрывать поверхность тремя разными веществами, если можно всё тоже самое нанести за один раз? Именно этой «экономии трудозатрат» недавно появившиеся на нашем рынке комплексные декоративные пропитки с антисептическими свойствами и обязаны своей популярностью.

Пожалуй, наиболее известным является «Пинотекс» – самая первая комплексная пропитка, появившаяся на отечественном рынке. Составы типа «Пинотекс» производятся как в Финляндии, так и в Эстонии (фирма SADOLIN). Эстонские пропитки продаются по более низкой цене, чем финские. Все составы этого класса образуют защитную плёнку (той или иной долговечности, в зависимости от природы компонентов). Однако, такие составы обладают и рядом недостатков – они образуют лишь поверхностную пленку, не проникая в древесину; не обеспечивают полную комплексную защиту; из-за своей сложной структуры не экологичны и опасны для здоровья человека.

Таким образом, стоит сделать вывод, что не существует хорошей комплексной защиты для древесины, которая обладала бы хорошей био- и влагостойкостью, хорошей проникаемостью в древесину и т.д., а также была экологически чистой и безопасной для человека.

УДК 53.083.2

Аспирант Е.В. Чесновский
Науч. руков. доц., к.т.н. И. Г. Федосенко
(БГТУ, г. Минск)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСИНЫ ПО СКОРОСТИ ПРОХОДЯЩЕГО ЗВУКА

Древесина является одним из основных строительных материалов, прогнозирование и оценка качественных характеристик древесины различных пород занимает очень важное место, как при строительстве, так и при эксплуатации различных объектов из древесины. При проведении строительных, ремонтных или реставрационных работ оценка качественных характеристик древесины является первоочередной задачей, значительные трудности возникают при отборе образцов для стандартных испытаний на прочность, недостаток информации о физико-механических свойствах древесины может привести к замене части строительной конструкции без полного обоснования утраты ее несущей способности [1].

В настоящий момент ультразвуковой неразрушающий контроль является наиболее мобильным и актуальным, для оценки и прогнозирования качественных характеристик древесины и древесных конструкций. Принцип ультразвукового метода контроля свойств материалов основан на факте, что твердые материалы являются хорошими проводниками звуковых волн. Посредством чего, волны отражаются не только от граничных поверхностей, но и внутренних дефектов (трещины, пустоты, различные включения). Эффект взаимодействия звуковых волн с материалом усиливается по мере уменьшения длины их волн и соответственно увеличения частоты колебаний.

С целью прогнозирования и оценки качественных характеристик древесины основных пород, произрастающих на территории Республики Беларусь и прилегающей к ней территории государств-соседей, от скорости проходящего через нее звука был выбран измерительный прибор Пульсар-2.1. Прибор позволяет определить: прочность, плотность и модуль упругости бетонов, а также звуковой индекс абразивов по предварительно установленным градуировочным зависимостям перечисленных параметров от скорости распространения ультразвуковых импульсов [4].

Работа прибора основана на измерении времени и скорости прохождения ультразвукового импульса в материале изделия от излучателя к приемнику. Измерение скорости распространения ультразвука происходило в двух направлениях: продольном и радиальном.

После измерения скорости на тех же образцах были проведены испытания на поперечный изгиб, для расчета модуля упругости по ГОСТ 16483.9-73 [2] и предела прочности по ГОСТ 16483.10-73 [3].

Реальная влажность каждого образца была определена с помощью весового метода ГОСТ 16483.7-71, а плотность [4] по ГОСТ 16483.1-84.

По полученным данным, установлены зависимости скорости распространения звука (V) от плотности (ρ_6) и влажности (W) древесины сосны, ели и березы.

Пользуясь этими зависимостями, легко оценить значение одного из трех входящих в уравнение показателей (скорости звука, плотности и абсолютной влажности древесины).

Также получены графические зависимости предела прочности и модуля упругости от скорости распространения ультразвука в продольном и поперечном волокнам направлении.

Получены уравнения регрессионной зависимости предела прочности (σ), модуля упругости (E) и плотности (ρ) от скорости распространения ультразвука в продольном и поперечном волокнам направлении, для древесины сосны, ели и березы.

Полученные модели, связывающие физико-механические свойства со скоростью ультразвука, пропущенного через структуру древесины, позволяют прогнозировать и оценивать неразрушающим способом со значительной точностью состояние древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чубинский А.Н., Тамби А.А., Варанкина Г.С., Федяев А.А., Чубинский М.А., Швец В.Л., Чаузов К.В. Физические методы испытаний древесины. СПб.:СПбГЛТУ, 2015 г. 125 с.
2. ГОСТ 16483.9-73. Древесина. Метод определения модуля упругости при статическом изгибе. Введ. – 01.07.74 – М.: Госстандарт СССР: ИПК Издательство стандартов, 1999. 7 с.
3. ГОСТ 16483.3-84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. Введ. – 01.07.85 – М.: Госстандарт СССР: ИПК Издательство стандартов, 1999. 7 с.
4. Пауль, Э.Э., Кухта, В.Н. Зависимость механических свойств древесины от ее плотности / Лесное и охотничье хозяйство, 2011. № 10. – С. 20-23.

УДК 674.047.3

В. Б. Снопков, доц., канд. техн. наук; Д. П. Бабиц, асс.
К. Ю. Горбацевич, маг.;
(БГТУ, г. Минск)

ВЛАГОПРОВОДНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ВДОЛЬ ВОЛОКОН

Влагопроводность является одним из самых важных свойств древесины, определяющих возможность проведения ее гидротермической обработки. Так, при сушке древесины за счет влагопроводности влага перемещается из центральных слоев к поверхности сортиментов, откуда затем испаряется, а при пропитке древесины водорастворимыми защитными средствами наблюдается обратный процесс – раствор защитного средства проникает в древесину и перемещается в ней на требуемую глубину. Количественно влагопроводность характеризует коэффициент влагопроводности. В СССР в 50-70 годах прошлого века были проведены работы по определению значения этого коэффициента. Для нашей работы наибольший интерес представляет значение коэффициента влагопроводности вдоль волокон. Профессор Серговский П.С. предложил принимать значение этого коэффициента ($\alpha'_{дл}$) равным пятнадцатикратному значению коэффициента влагопроводности в тангенциальном направлении ($\alpha'_{танг}$), исследования Ковалея В.С. показали, что величина коэффициента влагопроводности вдоль волокон сильно зависит от породы, температуры и влажности древесины и может меняться в пределах от 1,2 (для ядра сосны при влажности 30 % и температуре 20 °С) до 110 (для древесины дуба при влажности 10 % и температуре 70 °С) $\alpha'_{танг}$. Интенсивность перемещения влаги в древесине в продольном направлении всегда выше, чем в поперечном.

На практике влагопроводность вдоль волокон используется при разработке технологических процессов гидротермической обработки древесины, связанных с созданием в ней перепада давления (автоклавная пропитка, ротационное обезвоживание и др.). При проведении конвективной сушки древесины не только не используют влагопроводность вдоль волокон, но и стремятся свести ее действие к нулю. Это связано с тем, что слишком интенсивное перемещение влаги в продольном направлении приводит к образованию торцевых трещин, а также нет информации о том, на какую глубину от торца будет просыхать сортимент. Для выяснения ответа на второй вопрос разработана методика проведения эксперимента в лабораторных и производственных условиях.

УДК 674.4

А.А. Барташевич, проф., к.т.н., С.С. Гайдук, доцент, к.т.н.
Л.В. Игнатович, доцент, к.т.н. (БГТУ, г. Минск)

МЕБЕЛЬ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

Общая численность людей в возрасте старше трудоспособного (60 лет и более) в Беларуси возрастает: в 1959 году их было 13,5%, в 1989 году – 19,5%, в 2004 году – 21,3%. В 2005 году общая численность таких людей составляла в Беларуси 2085 тысяч человек. Численность пожилых людей, проживающих в домах-интернатах, составляет не более 1 %, остальные проживают в квартирах.

К маломобильной группе населения относятся люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве и др.

Удобство и безопасность среды обитания во многом определяет соответствие зданий эргономическим требованиям, которые являются основой нормализации планировочных элементов жилых зданий, конструктивных решений, размещения оборудования и устройств, размеров функциональных зон и т.д.

Действующие строительные нормативы ориентировались на усредненные антропометрические данные здоровых людей. Они практически не учитывали физические особенности инвалидов. В Республике Беларусь эргономические факторы учтены действующими нормативами в части регламентации параметров зон поворота инвалидной коляски, размещения на стенах выключателей, оборудования, в устройствах открывания окон и некоторые другие.

Создание безбарьерной среды ориентируется, как правило, на обеспечении передвижения человека в инвалидной коляске, так как в этом случае возникают наибольшие трудности организации пространства. Габариты комнатной коляски без человека составляют 620...670×1100 мм, уличной без человека – 703×1160 мм. По бокам коляски необходимо дополнительное пространство для рук (50 мм с каждой стороны). Позади коляски необходима дополнительная зона для сопровождающего, а сзади – зона, чтобы инвалид мог стать на ноги. Параметры комфортабельной зоны для коляски составляют, таким образом, не менее 900×1500мм.

Габаритные размеры шкафов и полок для прихожих зон отличаются от такой мебели для здоровых людей высотой изделий. Максимальная высота шкафа для вешаемой одежды – 1400 мм, что соответствует минимальной высоте шкафа для здоровых людей.

Размеры кроватей (длина, ширина) такие же, как и для здоровых людей. Увеличиваются только свободные пространства вокруг кроватей до размеров, необходимых для пользования колясками.

Основное отличие кухонной мебели – высота расположения зон для хранения и увеличенное свободное пространство с целью пользования коляской.

Размеры обеденных зон отличаются только в размере свободного пространства с целью удобного пользования коляской.

Для ванной комнаты требуется несколько увеличенное пространство для пользования коляской.

В Беларуси специальная мебель для людей с ограниченными физическими возможностями практически не выпускается, не считая специальной медицинской для лечебных учреждений. В учебной литературе такая мебель даже не упоминается.

Для людей с ограниченными возможностями необходимо разработать технические условия на мебель и функциональные размеры. Не решен вопрос: кто может выступить в качестве заказчика. Его пока нет, соответственно нет и такой мебели. В Беларуси много мебельных фабрик вневедомственного подчинения – ОАО, ОДО, ЧПУП и другие. Для мебельной промышленности важнейшая проблема – сбыт готовой продукции, так как предложение превышает спрос. На выпуск мебели для маломобильных групп населения может ориентироваться одна – две, а то и больше небольших фабрик частного характера. Для них будет гарантийный сбыт, так как такую мебель следует выпускать только по заказам социальных служб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аладов, В.Н. Адаптируемое жилище. Рекомендации по проектированию с учетом требований маломобильных групп населения / В.Н. Аладов, Т.А. Рак, И.П. Реутская. – Минск: БНТУ, 2005. – 199 с.

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

3. Барташевич, А.А. Конструирование мебели / А.А. Барташевич, В.И. Онегин. – Ростов на Дону: Феникс, 2015. – 271 с.

Иодо, И.А. Создание среды для инвалидов: исследования и экспериментальное проектирование / И.А. Иодо, К.К. Хачатрянц, Е.С. Агранович-Пономарева // Архитектура и строительство, 2003. – № 5. – С. 18–22.

УДК 673.074

Л.В. Игнатович, доц., канд. техн. наук
А.И. Скроцкий, ассист. (БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДИФИКАЦИИ РЕЦЕПТУРЫ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ФАНЕРЫ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКЦИИ

Современные требования к качеству фанерной продукции задают тренд к использованию новых клеевых или модифицированных композиций для склеивания фанеры. Это в первую очередь обуславливается возрастающими требованиями к физико-механическим свойствам продукции, когда на рынке наиболее востребованы специальные виды фанерной продукции и продукция с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

В сложившейся ситуации у производителей есть два пути развития производственного и технологического процессов с целью получения продукции с соответствующими показателями. Первое, это новые клеевые материалы, которые до этого не использовались в фанерной промышленности или использовались ограниченно, к ним можно отнести полиуретановые, изоцианатные смолы и клеи на их основе, у производителей из стран ЕС в последнее время набирают популярность, так называемые PMDI смолы. Однако, стоит отметить, что использование новых материалов всегда является достаточно сложным процессом для крупнотоннажных производств, к которым относится и фанерное. Это связано с изменением технологического процесса, режимных характеристик процесса склеивания и нормирование свойств клеевых композиций, что вызывает сложности при внедрении новой технологий в производственный процесс, а также получение постоянного качества продукции, которое может снизиться, ввиду перехода на малоисследованные технологические процессы. Вторым вариантом является модифицирование и оптимизация рецептур клеевых композиций на основе существующих смол [1]. Несмотря на то, что исследования в области модифицирования рецептур клеевых композиций ведутся достаточно давно, но они не исчерпали своего потенциала по улучшению свойств клеевых композиций и улучшению качества конечной продукции. Как показывают исследования, это вариант совершенствования является наиболее предпочтительным для производственных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роль природного кремнезема в качестве наполнителя клеев/ А. А. Барташевич, Л.В. Игнатович, Е.В. Коробко, А.И. Скроцкий, Труды БГТУ. Серия 1, 2017.

УДК 673.074

Л.В. Игнатович, доц., канд. техн. наук
А.И. Скроцкий, ассист. (БГТУ, г. Минск)

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕЦЕПТУРЫ КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ

Фанерная продукция, которая пользуется спросом на зарубежных рынках и является экспортоориентированным древесным композиционным материалом, требования к качеству, которого постоянно возрастают.

Для улучшения экологических характеристик конечной продукции предлагается модифицировать клеевую композицию на основе карбамидоформальдегидной смолы кремнийорганическим наполнителем, который позволяет адсорбировать на своей поверхности свободный формальдегид [1].

Важным вопросом при внедрении в производственный процесс модифицированной клеевой композиции является нормирование ее физико-химических параметров, таких как вязкость, уровень рН, время желатинизации при 100°C, жизнеспособность клеевой композиции, а также содержание сухого остатка, которые являются важнейшими свойствами клеевого материала и оказывают прямое воздействие на качество клея и ход протекания реакции.

Исследования показали, что для того, чтобы эффективно применять кремнийорганический наполнитель в составе клеевой композиции, его удельная доля в рецептуре должна составлять 8-10 м.ч. Это количество позволяет получить качественный клеевой материал, который отвечает требованиям оборудования по нанесению клея, не нарушает цикличности работы прессового оборудования, способен сохранять жизнеспособность на протяжении более 12 часов. Однако самым важным показателем модифицированного клея является его способность снижать эмиссию формальдегида в фанерной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспортоориентированная фанерная продукция строительного назначения с улучшенными эксплуатационными характеристиками/ Л.В. Игнатович, С.И. Шпак, А.И. Скроцкий // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов: Международная НТК; - Минск : БГТУ, 2015. - С. 421-424.

УДК 674.06

Л.В. Игнатович, доц., канд. техн. наук
И.Г. Федосенко, доц., канд. техн. наук
С.В. Шишло, доц., канд. экон. наук
А.И. Скроцкий, ассист.
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ И ЦЕМЕНТНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ В МЕБЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цементные плиты давно используют как конструкционный материал для обустройства перегородок, подшивки полов и потолков, вентилируемых фасадов и несъемной опалубки. Они хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации вне помещений, т.к. обладают высокой влаго- и огнестойкостью. В отличие от таких материалов как гипсокартонный и магнезитовый лист, которые не рекомендуется использовать вне помещения, цементно-стружечные и цементно-волокнистые плиты обладают высокой плотностью, а, следовательно, и весом, что ограничивает их использование в интерьере.

Сегодня, с появлением новых трендов, таких как экодизайн и стиль «лофт», отношение к интерьерной и экстерьерной мебели изменилось. В качестве материалов все чаще применяют неорганические холодные, такие как камень и бетон (Рис. 1). Однако эти материалы имеют значительную массу, что требует дополнительного запаса прочности перекрытий и пересмотра конструктивных расчетов здания. Чтобы минимизировать влияние трендов на стоимость квадратного метра жилья, лучшим решением будет изготовление мебели облегченной конструкции. Для этого наилучшим образом подходят цементно-органические плиты, где в качестве органического наполнителя используются армирующие волокна древесины или вытянутые частицы, такие как стружка. Экологичность использования такого материала не подвергается сомнению.

Формоустойчивость цементно-древесных плит расширяет их возможности и для устройства мебельных фасадов, из-за допустимого снижения их толщины (Рис. 2). Существует ряд вопросов, чтобы расширить круг потребления этих плит в мебельной промышленности, в частности стойкость крепежно-поворотной фурнитуры, а также технологии облагораживания поверхности.

Решение вопроса для фурнитуры трансформации предложено компанией JuliusBlumGmbH. Это петля для тонких фасадов (Рис. 3), которая позволяет облегчить конструкцию за счет уменьшения толщины материала. Однако не исследованным остается вопрос способ-

ности цементно-стружечных и цементно-волокнистых плит удерживать крепления и сопротивляться воздействию циклической нагрузки в период эксплуатации.

Несомненно, что эти вопросы будут являться важными при проведении дальнейших исследований.



Рисунок 1 – Мебель из бетона



Рисунок 2 – Мебель из цементных плит



Рисунок 3 – Петли для тонких фасадов производства компании Blum

УДК 674.05:631.06

А.А. Гришкевич, доцент, канд. техн. наук
 В.Н. Гаранин, доцент, канд. техн. наук
 А.Ю. Юдицкий, студент
 (БГТУ, г. Минск)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ЗЕРНИСТОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ШКУРКИ НА ВЕЛИЧИНУ ЭНЕРГИИ ОТРЫВА ПРОДУКТОВ РЕЗАНИЯ

Потеря режущей способности шлифовального инструмента в процессе его работы связана не с радиусом округления лезвия зерна, а с величиной заполнения пространства между зернами продуктами резания. Это определяет производительность процесса, увеличение энергопотребления, ухудшение качества обработанной поверхности [1,2,3,4,5].

Целью работы является определение величины энергии отрыва продуктов резания из пространства между зернами у шлифовальной шкурки.

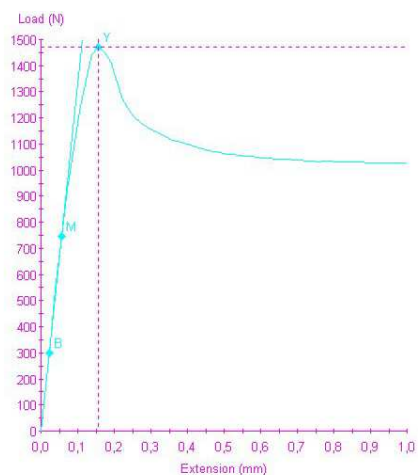
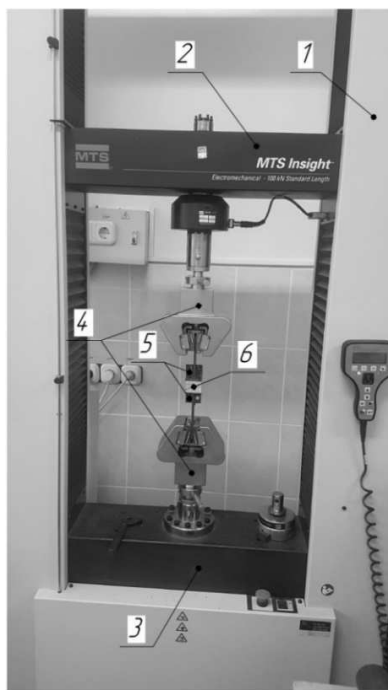


Рисунок 1. Разрывная машина
 1 - рама, 2 – верхняя подвижная

Рисунок 2. Результаты эксперимента

траверса, 3 – нижняя неподвижная траверса, 4 – захваты, 5 – оснастка крепления образца, 6 – исследуемый образец.

Для проведения исследовательских работ используется разрывная машина фирмы MTSInsight (рисунок 1). В результате опыта было получено, что в среднем необходимая удельная энергия отрыва продуктов резания из шлифовальных шкурок зернистостью 150 и 320 составляет 450 Дж и 310 Дж на 1 м² соответственно (рисунок 2).

Выводы.

1. Определена зависимость влияния зернистости шлифовальной шкурки на величину энергии отрыва продуктов резания.

2. Полученные результаты будут полезны при проектировании механизмов очистки шлифовальной шкурки от продуктов резания, что положительным образом скажется на качестве обработанной поверхности и уменьшении мощности на резание.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Н. Любченко. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Лесн. Промышленность, 1986г. – 296 с.
2. Бершадский, А.Л., Цветкова Н.И. «Резание древесины», учебное пособие предназначено для студентов ВТУЗОВ по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»/ Минск, «Вышэйшая школа», №75-304с.
3. Гришкевич А. А., Костюк О. И. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки // ДЕРЕВООБРАБОТКА: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междун. евразийского симпозиума. – Екатеринбург, 2015. С. 156-162.
4. Костюк, О. И. Результаты экспериментальных исследований по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины / О. И. Костюк // Труды БГТУ. - Минск : БГТУ, 2016. - № 2 (184) 2016 год. - С. 281-284.
5. Гришкевич, А.А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности», 1-46 01 02 «Технология деревообрабатывающих производств», 1-08 01 01-04 «Профессиональное обучение (деревообработка)» / А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин. – Минск: БГТУ, 2014. – 90 с.

УДК 674.05:621.923.6

А.А. Гришкевич, доц, канд. техн. наук.
В.Н. Гаранин, доц, канд. техн. наук.
Д.Л. Болочко, аспирант.
(БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ САМОЗАТАЧИВАНИЯ ЛЕЗВИЯ ОТ СИЛОВОГО КОНТАКТА С ОБРАБАТЫВАЕМЫМ ДРЕВЕСНЫМ МАТЕРИАЛОМ

К способам повышения износостойкости режущих элементов инструмента можно отнести: химико-термическая обработка, гальваническое нанесение износостойких покрытий, алмазное выглаживание, ультразвуковая поверхностная обработка пластическим деформированием, лазерная упрочняющая обработка и другие [1].

Цель представленной работы – увеличение периода стойкости лезвийного инструмента, что увеличит производительность процесса механической обработки древесины и, как следствие, производительность оборудования.

Задачи работы:

1. Изучить возможные варианты увеличения производительности оборудования путём увеличения периода стойкости инструмента.
2. Произвести патентный и литературный обзор по теме работы.
3. Разработать конструкцию самозатачивающегося лезвия.

В работе [2] представлено описание самозатачивающегося многослойного лезвия, которое состоит из: внутреннего слоя, выполненного из твёрдого материала (например, карбид вольфрама), наружных слоев из алюминия, стали или другого материала, менее твёрдого, чем внутренний слой и внешних слоев из ещё более мягкого материала (например, дюралюминия).

В работе [3] приведены результаты эксперимента по изучению закономерности затупления лезвия (рисунок 1).

Такое явление износа объясняется следующим. При удалении материала с задней поверхности лезвия угол заточки β уменьшается, а следовательно, и потребление мощности на резание так же уменьшится. В дальнейшем наступает момент, когда начинает интенсивно разрушаться сама режущая кромка лезвия, и мощность начинает увеличиваться.

С целью устранения имеющегося недостатка по изменению (увеличению) радиуса округления режущей кромки в работе [4] представлена конструкция самозатачивающегося лезвия с выемкой в форме канавки на режущей кромке (рисунок 2). Она выполнена по биссектрисе угла лезвия по всей длине и заполнена материалом из нитрида,

или карбида, или карбонитрида тугоплавкого металла 1, ширина выемки L составляет от 10 до 20 мкм, глубина H от 0,02 до 100 мм, а лезвие состоит из слоев материалов с различной твердостью, расположенных в чередующемся порядке.

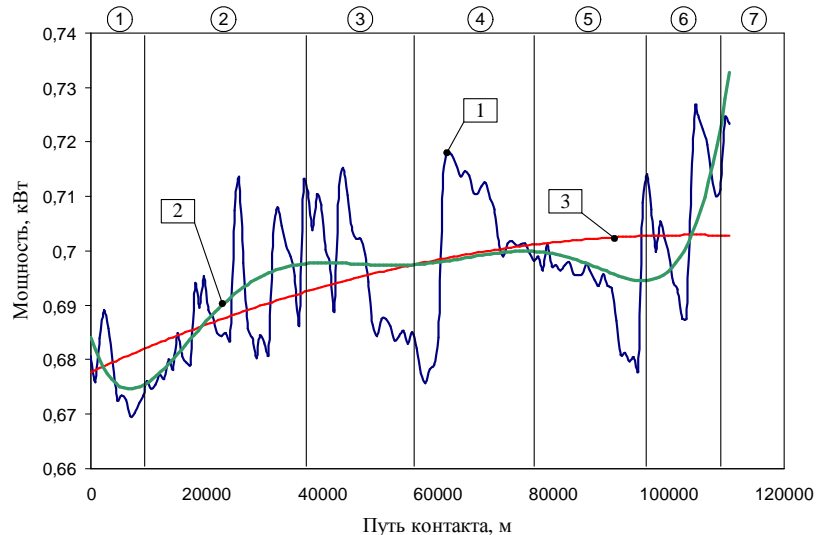


Рисунок 1 – Зависимость потребляемой мощности от пути контакта лезвия с обрабатываемым материалом

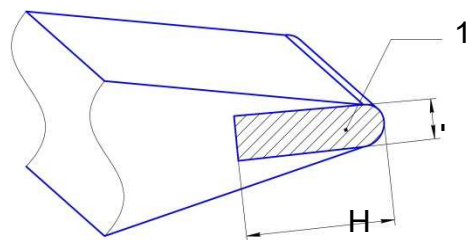


Рисунок 2 – Самозатачивающееся лезвие с выемкой
ЛИТЕРАТУРА

1. Зотов Г. А., Памфилов Е. А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента / Г.А. Зотов, Е.А. Памфилов. М.: Экология, 1991. – 304 с.

2. Patent No.: US 6,207,294 B1 Philip A. Rutter, Self-sharpening, laminated cutting tool and method for making the tool.

3. Аникеенко А. Ф., Гришкевич А.А. Методика проведения экспериментальных исследований по фрезерованию древесных плитных материалов на обрабатывающем центре с числовым программным управлением RoverB 4.35 / Труды БГТУ. Сер. лесная и деревообаб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С 213-216.

4. Патент № 20824 Гришкевич А.А., Чаевский В.В. Самозатачивающееся лезвие.

УДК 674.055:621.95

А. А. Гришкевич, доц., канд. техн. наук,
В. Н. Гаранин, доц., канд. техн. наук,
Г. В. Алифировец, заведующий лабораторией
(БГТУ, г. Минск)

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ АДАПТИВНОЙ ФРЕЗЫ СБОРНОЙ ДЛЯ ПРОФИЛЯТОРА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ МАШИН

Цилиндрические фрезы предназначены для переработки бревен с получением плоской или ступенчатой поверхности обработки. Они представляют собой набор дисков, оснащенных ножами. Основные достоинства цилиндрических фрез: возможность получения профильного бруса, выборка четвертей у бруса, относительная простота в конструкциях сборных фрез в целом и ножей в частности [1, 2]. Профиляторы представляют собой фрезерные агрегаты, расположенные с двух сторон перерабатываемого материала и формирующие ступенчатую поверхность методом продольно-торцевого цилиндрического полузакрытого фрезерования. Режущим инструментом профиляторов являются цилиндрические фрезы с плоскими ножами. Обзор конструкций режущих элементов фрез для агрегатной переработки древесины позволил установить угловые параметры ножей: угол заострения $\beta = 32^{\circ} - 36^{\circ}$, передний угол $\gamma = 40^{\circ} - 45^{\circ}$. [3]. На процесс резания древесины плоскими ножами на фрезерно-брусующих станках оказывают влияние много факторов, среди которых можно выделить три основные группы:

- 1) факторы, относящиеся к исследуемому материалу (физико-механические свойства породы древесины – предел прочности при сжатии, скалывании вдоль волокон, твердость, ударная вязкость, влажность, анизотропия и др.);
- 2) факторы, относящиеся к режущему инструменту (геометрические параметры ножа, углы резания, марка стали и пр.);
- 3) режимы резания или обработки (скорость главного движения, скорость подачи). [4, 5].

В разработанной конструкции адаптивной фрезы сборной для профилятора фрезерно-брусующих машин имеется возможность изменять угловые параметры. Изменения угловых параметров дереворежущего инструмента приводят к уменьшению силы и мощности резания. Проведенные теоретические расчеты новой конструкции фрезы позволяют воспроизводить технологические режимы профилирующих агрегатов фрезерно-брусующих машин, отвечают требованиям техники безопасности. На рисунке приведен натуральный образец фрезы сборной



Рисунок 1 – Натурный образец фрезы сборной

ЛИТЕРАТУРА

1. Фреза с изменяемыми угловыми параметрами: Пат. №11088. Белый А.В., Гришкевич А.А., Гаранин В.Н., Беларусь, дата подачи – 04.08.2015, зарегистрирована в Государственном реестре полезных моделей – 01.04.2016, дата начала действия – 04.08.2015.
2. Фреза концевая: И 20180119, от 30.10.2018 г. Получено положительное решение по патенту на полезную модель. Карпович С.С., Гришкевич А.А., Демьяков А.В., Третьяков В.О. Карпович С.И.
- 3 Боровиков, Е. М. Лесопиление на агрегатном оборудовании / Е. М. Боровиков, Л. А. Фефилов, В. В. Шестаков – М.: Лесная. промышленность, 1985. – 216 с.
4. Особенности расчета сопрягаемых поверхностей рефлекторного фрезерного инструмента. А.А. Гришкевич, В. С. Вихренко, В. Н. Гаранин. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междунар. Евразийского симпозиума, Екатеринбург, 22–25 сентября 2015 г. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2015. – С. 149–156.
5. Адаптивный фрезерный инструмент и условие устойчивой его работы. А.А. Гришкевич, В.С. Вихренко, В.Н. Гаранин, А.Ф. Аникеевко. Труды БГТУ. – Минск, 2016. №2 (184). Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. – 275-280.

УДК 674.053:621.93

А.А. Гришкевич, доцент, канд. техн. наук
В.Т. Лукаш, ст. преподаватель, канд. техн. наук
В.А. Ивицкий, студент
(БГТУ, г. Минск)

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПИЛЫ ДИСКОВОЙ С НОЖАМИ-СТАБИЛИЗАТОРАМИ

Пиление дисковыми пилами является высокопроизводительным процессом обработки древесины, скорость подачи при котором достигает до 120 м/мин., при котором предъявляются высокие требования к качеству исходного сырья. Качество получаемой поверхности и условия, ограничивающие устойчивость инструмента во время его работы, сильно ограничивают производительность оборудования. При данном технологическом процессе образуются большие потери древесины в опилки.

Повышение эффективности деревообработки методом дискового пиления является одним из основных и наиболее приоритетных направлений развития в отрасли.

Цель работы – разработка новой конструкции пилы дисковой со сменными ножами-стабилизаторами.

Имеющееся большое конструктивное разнообразие дисковых пил для первичной обработки древесины имеют неразъемное соединение стабилизатора полотна пилы с его корпусом [1,2,3]. Проанализировав конструкции дисковых пил и изучив литературные и патентные источники, был выявлен недостаток инструмента и на этой основе выбрано дальнейшее изменение в конструкциях пил дисковых.

Достижение поставленной цели позволит производить не только заточку зубьев венца пилы, но и лезвия ножей-стабилизаторов, что значительно улучшит качество получаемой пилопродукции и несколько улучшит устойчивость полотна в пропилах.

На кафедре «Деревообрабатывающие станки и инструменты» ведутся работы по совершенствованию процесса пиления древесных материалов дисковыми пилами [4].

При подготовке дисковых пил затачиваются только зубья венца 1 и не затачиваются стабилизаторы 2, которые устраняют трение полотна дисковой пилы 3, о поверхность обработанной древесины. У новых пил плоскость резания зубьев венца и плоскость резания лезвия стабилизатора совпадают (плоскость А), а после переточки зубьев венца на величину Δ они смещаются друг относительно друга на расстояние ϵ , что приводит к ухудшению обработанной поверхности. Чтобы этого

избежать, целесообразно использовать пилы со съемными стабилизаторами, для совместной заточки зубьев венца и лезвия стабилизатора.

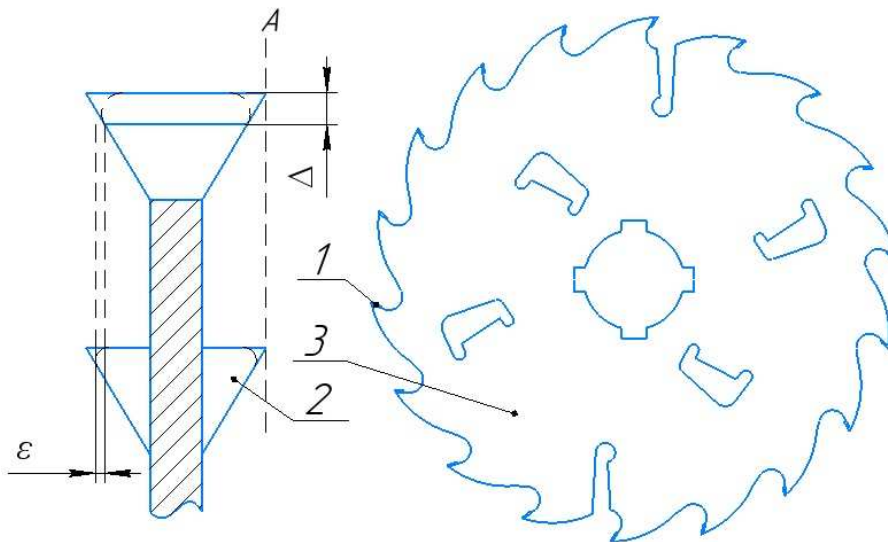


Рисунок 1– Схема плоскости движения зуба пилы и стабилизатора

Выводы

1. Анализ схемы показал, что наличие в конструкциях пил дисковых ножей-стабилизаторов улучшит качество поверхности пиломатериала и несколько увеличит устойчивость инструмента в процессе его работы.

2. В результате проведенных расчетов было установлено, что в рассматриваемой конструкции необходимо дополнительное крепление стабилизаторов с применением винтов диаметром 3 мм. Напряжения на срез фиксирующего винта при этом составят $\tau_{\text{ср}} = 18,08 \text{ МПа}$, что меньше допустимого напряжения на срез $[\tau_{\text{ср}}] = 40 \text{ МПа}$, для стали марки Ст3.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Leitz Lexicon. Handbook for Woodworking machine tools. Edition 4. □ Oberkochen: Gerb. Leitz GmbH & Co. KG, 2007 □ 833 p.
2. Инструменты для обработки древесины и пластмасс Leuco : каталог / ООО «ЭСА». □ Минск, 2007. □ 206 с.
3. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия : ГОСТ 9769-79. □ Взамен ГОСТ 9769-69 ; введ. РБ 17.12.92. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. – 16 с.
4. Лукаш, В. Т. Обзор конструкций дисковых пил для распиловки древесины и древесных материалов / В. Т. Лукаш // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2006. – Вып. XIV. – С. 167 □ 171.

УДК 674.05:621.914.1

В.Н. Гаранин, доц, канд. техн. наук.
А.А. Гришкевич, доц, канд. техн. наук.
Д.Л. Болочко, аспирант
(БГТУ, г. Минск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КАСАТЕЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ НА ЗВУКОВОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ СОСНЫ

Цель представленной работы – определить возможность нахождения взаимосвязи касательной составляющей силы резания и образующегося звукового давления при фрезеровании сосны.

Задачи работы:

1. Провести анализ использования звукового давления в инженерии;
2. Определить пути работы со звуковым давлением при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования;
3. Разработать сетку опытов по определению взаимосвязи между звуковым давлением и касательной составляющей силы резания при фрезеровании сосны.

Звук – физическое явление, представляющее собой распространение в виде упругих волн механических колебаний в твёрдой, жидкой или газообразной среде.

Традиционно звук делят в зависимости от частоты на инфразвук, слышимый звук, ультразвук и гиперзвук [1]. Звук в инженерии нашел свое применение от медицины (инфразвук) до различных приборов по определению расстояний и дефектов (ультразвук).

Работу со звуком в деревообрабатывающей промышленности можно организовать по двум направлениям:

1. Борьба с ним с целью устранения его влияния на здоровье человека (использование звукопоглощающих материалов, борьба с источниками его возникновения и т.д.).
2. Использование в научных целях для исследования быстротекущих процессов (например, при изучении сил резания древесины и древесных материалов) [2].

Возможно, как и любое явление, звук можно использовать непосредственно для деления древесины и древесных материалов. Развитие данной технологии во многом позволит усовершенствовать сам процесс механической обработки древесины, позволяющей, возможно, отказаться в перспективе от использования дереворежущего инструмента. Например, уже существуют технологии ультразвуковой резки резины и тканей.

По первому направлению разработаны различные нормативные документы, ограничивающие параметры звука в местах нахождения людей (в том числе на рабочих местах около оборудования). Например: ГОСТ 12.1.028 или ГОСТ 23337-2014.

Второе направление является интересным с точки зрения науки и перспективным инструментом для исследования различных быстропротекающих процессов, способных оказывать влияние на изменение звукового давления.

Деление древесных материалов инструментом при механической обработке древесины может оказывать воздействие на формирование звуковых волн, которые можно использовать в корыстных целях. Установление влияния сил резания (в том числе ее касательной составляющей F_k , Н) на формирование звукового давления и является основной задачей предстоящих исследований, которые проводятся на кафедре ДОСиИ (БГТУ).

В настоящей работе производился анализ влияния частоты взаимодействия инструмента с обрабатываемым материалом f и частоты вращения привода станка Unimat 23EL на звуковое давление как на частоте взаимодействия p_f , так и по другим октавным полосам, с одновременным изучением программного пакета для анализа получаемых данных.

Основные выводы.

1. Выполнен анализ возможностей работы со звуковым давлением при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования выраженной с одной стороны устранением влияния звукового давления на обслуживающий персонал, с другой – использованием в исследовательских целях для изучения процессов резания древесины.

2. С целью установления взаимосвязи касательной составляющей силы резания и образующегося звукового давления при фрезеровании сосны предложено использовать коэффициент K , Н/Па.

3. Разработана сетка опытов с целью нахождения коэффициента K и его дальнейшего анализа с целью косвенного определения сил резания при изучении процессов резания древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Звук // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890—1907.

2. Гриневиц С. А. Алифировец Г. В. Результаты испытаний плоских ножей фрезерно-брусующих станков, упрочненных методом ионно-плазменного азотирования // Сборник материалов 71 Всероссийской НТК студентов, магистрантов и аспирантов ВУЗов с международным участием, Ярославль, Россия, 2018.

УДК 674.05:62-51

А.А. Гришкевич, доцент, канд. техн. наук
 А.Ф. Аникеенко, доцент, канд. техн. наук
 П.А. Бараненко, студент
 (БГТУ, г. Минск)

ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ УГЛАМИ РЕЗАНИЯ ЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА В РЕЖИМЕ ЕГО РАБОТЫ

Для устойчивого экономического развития современных предприятий постоянно требуется уделять большое внимание его экономической эффективности. На кафедре «Деревообрабатывающие станки и инструменты» ведутся работы по совершенствованию деревообрабатывающего оборудования и инструментов, инновационного их развития, обеспечивающих ресурсосбережение [1,2,3,4,5,6].

Целью работы является разработка системы дистанционного управления фрезерным инструментом с изменяемыми угловыми параметрами.

Данная система позволит производить контроль и управление углами резания инструмента непосредственно во время обработки древесных материалов. Она обеспечит уменьшение большого ассортимента лезвийного инструмента, уменьшит потребление электроэнергии на единицу площади обработанной поверхности, увеличит производительность оборудования и уменьшит время на его наладку.

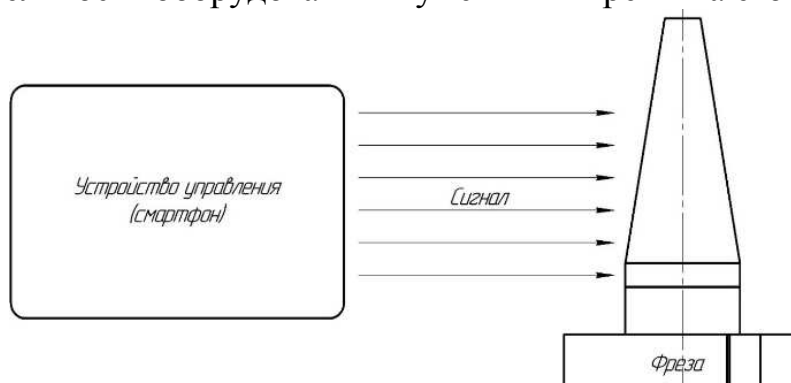


Рисунок – Структурная схема системы

Начальным этапом работы является разработка структурной схемы механизма. Проектируемое устройство должно поворачивать сегменты, держатели ножей, во время вращения фрезы. Задание угла поворота сегментов должно осуществляться дистанционно с помощью смартфона и производиться контроль угла поворота.

Разработана структурная схема, представленная на рисунке. Структурная схема состоит из устройства управления (смартфона) и

фрезы, внутри которой находится считывающее устройство, преобразователь и исполнительный механизм. Посредством Wi-Fi соединения между смартфоном и считывающим устройством фрезы происходит постоянный обмен данными. Благодаря этому постоянно контролируется угол поворота сегментов.

Выводы.

1. Разработанная система осуществляет изменение углов резания без остановки инструмента, что существенно влияет на производительность оборудования.

2. В результате расчетов был определен момент сил сопротивления и подобран сервопривод, позволяющий преодолеть его.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цилиндрическая фреза: пат. 666080 СССР, МПК В27G13/02 / Л.В. Лабурдов, А.П. Клубков, А. П. Фридрих; заявитель Белорусский технологический институт № 2424015; заявл. 29.11.76; опубл. 06.06.79 // Нац. центр интеллектуал. собственности с. – 1979. – С. 4.
2. Фреза с изменяемыми угловыми параметрами: Пат. №11088. Белый А.В., Гришкевич А.А., Гаранин В.Н., Беларусь, дата подачи – 04.08.2015, зарегистрирована в Государственном реестре полезных моделей – 01.04.2016, дата начала действия – 04.08.2015.
3. Фреза концевая: И 20180119, от 30.10.2018 г. Получено положительное решение по патенту на полезную модель. Карпович С.С., Гришкевич А.А., Демьяков А.В., Третьяков В.О. Карпович С.И.
4. Дереворежущий фрезерный инструмент с изменяемыми углами резания ножей, установленных на опоре качения. А.А. Гришкевич, С.С. Макаревич. Труды БГТУ. №2(140). Лесная и деревообрабатывающая промышленность. — Минск, 2011. — С. 219-224.
5. Результаты лабораторных испытаний рефлекторного фрезерного инструмента при обработке ламинированных ДСтП. А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин., А.Ф. Аникеенко. Труды БГТУ. – Минск, 2015. №2. Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. – 250-253.
6. Особенности расчета сопрягаемых поверхностей рефлекторного фрезерного инструмента. А.А. Гришкевич, В. С. Вихренко, В. Н. Гаранин. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междунар. Евразийского симпозиума, Екатеринбург, 22–25 сентября 2015 г. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2015. – С. 149–156.

УДК674.055:621.95

Т. А. Машорипова, аспирант;
А. Ф. Аникеевко, доцент, канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СВЕРЛА СБОРНОГО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В деревообработке, и в частности в мебельном производстве, неотъемлемым инструментом в технологическом процессе являются сверла. В основном на деревообрабатывающих предприятиях используются два основных вида сверл, это сверла винтовые с конической заточкой и сверла с центром и подрезателями, спиральные сверла.

Анализируя различные литературные источники, а также рекомендации производителей дереворежущего инструмента, можно сделать вывод, что конкретных теоретически обоснованных рекомендаций по технологическим режимам сверления ламинированных древесностружечных плит нет.

Практически все источники выделяют только один технологических параметр – частоту вращения сверла, опуская такой не менее важный параметр как скорость подачи. Производители инструмента рекомендуют режимы в широких диапазонах для каждой конкретной конструкции сверла без учета материала обработки, что является не верным.

Так как в современной древесностружечной плите (рис. 1) выделяют три основных слоя: ламинат, покрывающий поверхности плиты, некоторое количество связующего и непосредственно сама плита.



1 – плита ДСтП; 2 – связующее; 3 – ламинат

Рисунок 1 – Структура плиты

В связи с тем, что все три слоя отличаются физико-механическими свойствами, возникает необходимость использовать технологические режимы, удовлетворяющие качественной обработке всех трех слоев одновременно. Наиболее сложно выбрать технологические режимы для обработки хрупкого и очень твердого ламината с двух сторон рассматриваемого материала. Неправильно выбранный режим обработки приводит к появлению сколов (рис. 2), что недопустимо. Использование небольших скоростей подачи и большей частоты вращения сверла позволяет избе-

виться от такого рода брака, но негативно сказывается на производительность оборудования, на период стойкости инструмента и на энергопотреблении.



Рисунок 2 – Плохое качество обработки

В связи с вышесказанным выходом из данной ситуации может быть создание инструмента, позволяющего вне зависимости от технологических возможностей оборудования, на котором происходит обработка, менять технологические режимы динамически. Авторами была предложена конструкция такого инструмента.

Конструкция данного сверла состоит из хвостовика, цела сверла и одной пружины с переменным шагом. Это сверло позволит, имея систему упругих элементов, с переменной шагом, обрабатывать древесностружечные плиты, в том числе и ламинированные, исключая возможность появления сколов на входе и выходе инструмента. Дело в том, что коэффициент жесткости пружины с переменным шагом увеличивается с увеличением нагрузки, что повышает надежность и увеличивает срок её службы. Применение сверл данного типа в первую очередь позволит повысить качество обработанной поверхности, а также повысить стойкость сверл, за счет уменьшения скорости подачи. Применение такого типа сверл так же экономически выгодно, так как покупаются только тело сверла, а хвостовики остаются прежние.

Упругий элемент в момент соприкосновения режущей части сверла с обрабатываемым материалом сжимается и тем самым уменьшает скорость подачи. Далее сверло работает как обычное. При увеличении нагрузки на пружину, в момент, когда процесс сверления завершается, чаще расположенные витки начинают смыкаться. При этом число работающих витков уменьшается, и соответственно, пружина становится жёстче.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Волынский В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учеб.справоч. пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2010. 336 с.
- 2 Цуканов Ю.А. Обработка резанием древесностружечных плит / Ю. А. Цуканов, В. В. Амалицкий. – Москва: Лесная промышленность, 1966. – 94 с.

УДК 674.053

С.А. Гриневич, канд. техн. наук
И.А. Зыков, студент
(БГТУ, г. Минск)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПИЛЕНИЯ ЛДСП ПОДРЕЗНЫМИ ПИЛАМИ

В настоящее время древесностружечные плиты имеют огромное распространение в мебельной промышленности. Они считаются одним из самых востребованных конструкционных материалов для мебельной промышленности. Древесностружечные плиты (ДСП) изготавливаются одно-, трёх-, пяти- и многослойными, при этом внутренние слои получаются менее плотными, чем наружные.

При раскрое ламинированных ДСП (ЛДСП) для получения качественной поверхности без сколов и вырывов используются подрезные пилы. Подрезная пила взаимодействует именно с наружными слоями, создавая паз глубиной 1,5-2 мм. Процесс резания основной пилой и процесс резания подрезной пилой существенно различаются, поэтому методики расчета, разработанные для определения силовых показателей процесса пиления ЛДСП, верные для основной пилы, являются некорректными для подрезной. Именно поэтому появилась необходимость в более глубоком изучении процесса резания древесностружечных плит подрезными пилами и в создании установки для исследования данного процесса.

Существует несколько методов регистрации сил, возникающих во время резания. Например, существуют метод торможения, метод измерения мощности на резание и самый оптимальный, метод упругих деформаций, который позволяет определять силы резания по величине упругих деформаций, вызванной этими силами. Данный метод позволяет фиксировать изменение сил во времени и одновременно измерять несколько составляющих сил резания. Поэтому в основу измерительной системы предлагаемой экспериментальной установки заложен именно этот принцип, реализованный с помощью универсального динамометра.

Установка для исследований была разработана на базе станка Rover В 4.35. Так как прибор, регистрирующий силы во время резания, не способен непосредственно показывать данные, получаемые во время процесса обработки, то к универсальному динамометру будет подключаться прибор Sony EX-UT10, приобретенный кафедрой деревообрабатывающих станков и инструментов. Схема подключения универсального динамометра к системе сбора данных Sony EX-UT10 изображена на рисунке 1.

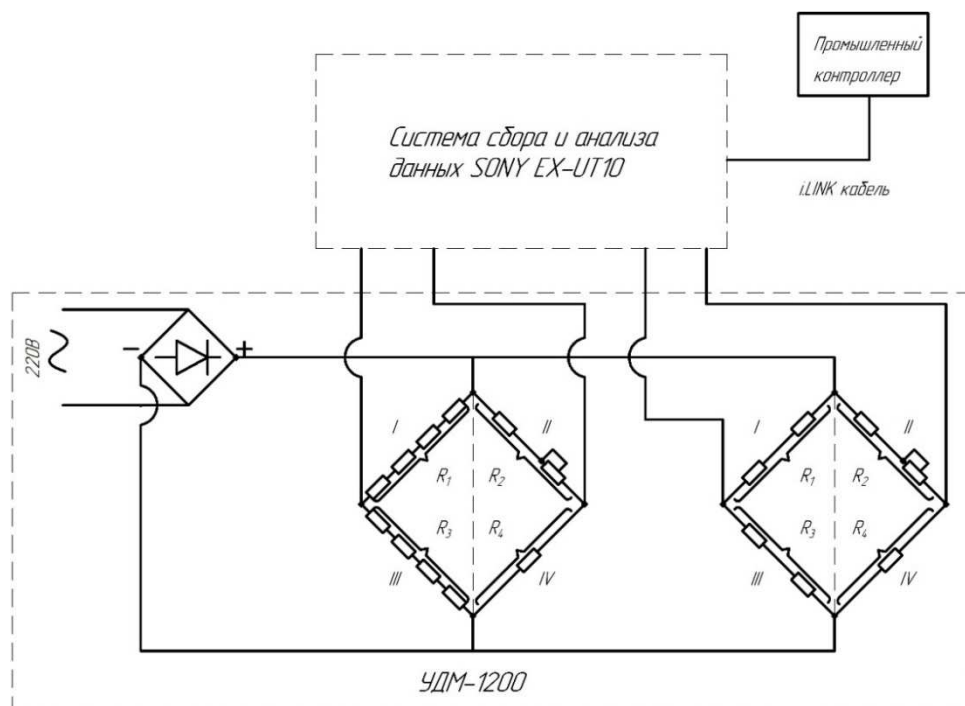


Рисунок 1 – Схема измерительной системы

Выводы:

1. Древесностружечные плиты неоднородны по толщине, их наружные слои отличаются повышенными физико-механическими свойствами.

2. Для получения качественного реза при раскросе ЛДСП необходимо использовать подрезные пилы. Процесс пиления подрезными пилами существенно отличается от процесса резания основными пилами, поэтому существующие методики расчета силовых показателей при пилении ДСП и ЛДСП не могут быть использованы.

4. Для удобства управления процессом резания в качестве базы для экспериментальной установки выбран станок с ЧПУ Rover B 4.35

5. Измерение сил, возникающих во время резания, может осуществляться несколькими методами и для проведения исследований выбран метод упругих деформаций, который предлагается реализовать подключением универсального динамометра к системе сбора данных Sony EX-UT10.

ЛИТЕРАТУРА

1 Цуканов Ю.А., Амалицкий В.В. Обработка резанием древесностружечных плит. – М., Лесная промышленность, 1966. – 96 с.

2 Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. – М., Лесная промышленность, 1987. – 318 с.

УДК 674.026

С.А. Гриневич, канд. техн. наук
 М.И. Каравацкий, студент
 (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАТУПЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА НА СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Процесс резания древесины сопровождается рядом физических, химических и электрических процессов, возникающих в зоне резания. Результатом взаимодействия древесины и режущего инструмента является износ последнего. Изнашивание лезвия и, контактирующих с обрабатываемым материалом, поверхностей приводит к росту сил и мощности, затрачиваемой приводом на резание. На сегодняшний день основной акцент ставится на касательную силу и мощность резания, т.к. эти параметры определяют энергопотребление привода главного движения. В то же время не менее актуальной задачей является изучение нагрузок, действующих на привод подачи. Актуальность этого вопроса лежит не столько в сфере энергосбережения, сколько в области безопасной эксплуатации оборудования. Спецификой деревообрабатывающего оборудования является наличие механизмов подачи с фрикционной связью, т.е. допускающих определенное проскальзывание подаваемого материала относительно тяговых органов. К станкам с фрикционной связью подающего органа с обрабатываемым материалом относятся многие станки, в том числе продольно-фрезерные, поэтому рассмотрим изменение нагрузок на привод подачи для открытого цилиндрического фрезерования.

Зададимся исходными параметрами: высота снимаемого припуска $h=4$ мм; диаметр ножевого вала 130 мм; частота вращения ножевого вала $n=5000$ мин⁻¹; количество ножей $z=4$; ширина фрезерования $b=150$ мм; скорость подачи $V_s=20$ м/мин; порода – сосна.

На основании исходных параметров определим среднюю касательную составляющую силу резания F_k , радиальную составляющую силы резания F_r силу сопротивления подаче F_Q силу нормальную к направлению подачи F_S в зависимости от времени работы.

Расчет был проведен согласно теории профессора А.Л. Бершадского [1].

$$F_k = (\alpha_p \cdot p_c \cdot b + S_z \cdot \sin \theta \cdot k_c \cdot b) \frac{l}{t}, \quad (1)$$

$$F_r = \left[0,5 \cdot \alpha_p^2 \cdot F_s - F_n \cdot \operatorname{tg} (90 - \delta - \varphi_{mp}) \right] \frac{l}{t}, \quad (2)$$

$$F_Q = F_k \cdot \cos \theta + F_r \cdot \sin \theta, \quad (3)$$

$$F_S = F_k \cdot \sin \theta - F_r \cdot \cos \theta. \quad (4)$$

Зависимости в явном и неявном виде содержат коэффициент учитывающий затупление a_p . Связь a_p со временем работы T может быть выражена зависимостью (5).

$$a_p = 1 + 0,2 \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot n \cdot T \cdot l_k}{1000} \right) / \rho_0. \quad (5)$$

Результаты расчета для вышеуказанных начальных условий представлены на графике.

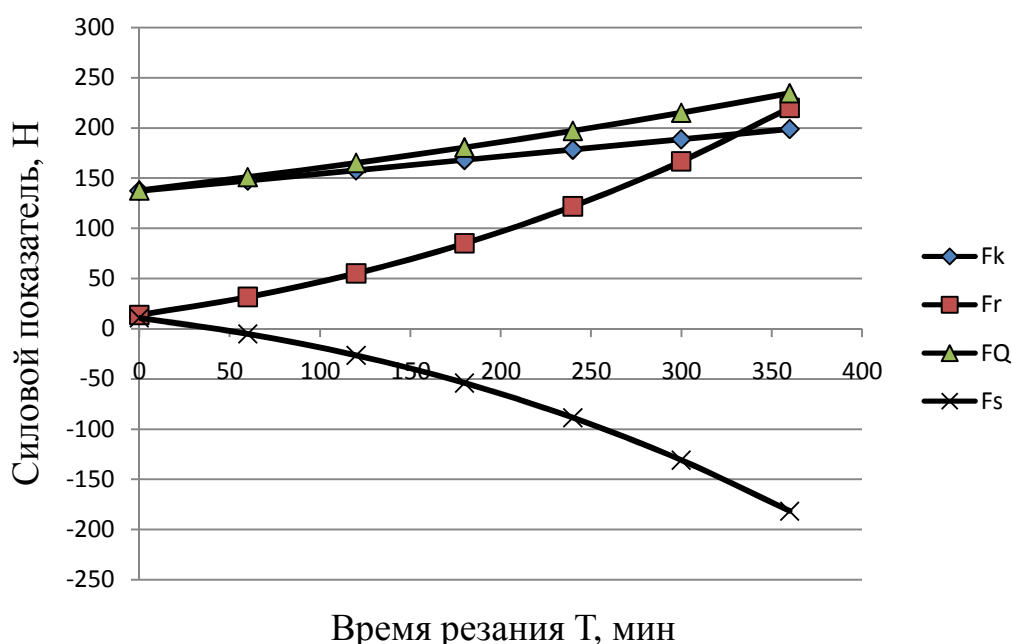


Рисунок – График зависимости силовых показателей от времени

Из графика видно, что силы FQ и FS с ростом затупления режущего инструмента также растут, причем данная зависимость нелинейна. Механизм подачи для обеспечения перемещения заготовки помимо вредных сопротивлений должен преодолеть и силу FQ. На величину вредных сопротивлений влияние оказывает сила FS. Вначале ее величина положительна – имеет место так называемый эффект самозатягивания, но по мере затупления ее величина становится отрицательной, т.е. сила меняет свое направление и инструмент пытается отбросить заготовку, что необходимо учитывать путем регулирования прижимных элементов станка.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины. – Минск, «Вышэйшая школа», 1975. – 304с.

УДК 674.914:674.338

И. К. Клепацкий, В. В. Раповец канд. техн. наук, доцент
(БГТУ, г. Минск)

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЛЕЗВИЙ МАЛОНОЖЕВЫХ ФРЕЗ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКОВ

Цель работы – разработка методики модификации ножей для агрегатной обработки древесины малоножевым фрезерным инструментом с научным обоснованием различных методов улучшения показателя стойкости режущей кромки.

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки конструкции ножей для фрезерно-брусующего оборудования с геометрическими параметрами, обеспечивающих качество получаемой пилопродукции, снижение энергетических затрат, а также разработки износостойких покрытий, увеличивающих время эксплуатации ножа без необходимости его переподготовки (заточки).

Увеличение периода стойкости применяемого в республике дереворежущего инструмента с помощью обработки его поверхности новыми высокоэнергетическими методами и создания упрочняющих слоев на поверхности лезвий дереворежущих инструментов является актуальной, технической и экономически обоснованной задачей.

Традиционно режущий инструмент фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например, углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС, применяются высоколегированные стали марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ. Для ФБС также рекомендуются легированные инструментальные стали марок 6Х6В3МФС и 5Х3В3МФС. Инструмент подвергают термообработке с обеспечением твердости в HRC 57-61.

Изнашивание дереворежущего инструмента является сложным процессом и одной из особенностей выделяют вовлечение в износ тонких поверхностных слоёв и развитие его в локальных зонах, расположенных у режущей кромки инструмента.

Процесс затупления складывается из составляющих механического, теплового, химического и электрохимического характера. Затупление происходит наиболее интенсивно, если преобладают процессы механического или теплового характера. При выборе способа упрочнения поверхности резца необходимо учитывать все эти условия.

Преимуществом нанесения покрытия методом катодно-ионной бомбардировки (КИБ) по сравнению с другими методами, в т. ч. и физическими способами осаждения покрытий из парогазовой фазы, является интенсивная ионная бомбардировка растущего покрытия, в результате которой происходит повышение температуры и интенсификация

диффузионных процессов проникновения атомов покрытия в подложку [1]. Кроме того, сформированные методом КИБ нитриды тугоплавких металлов Ti, Cr, Zr и другие создают фрикционные плотные оксидные пленки, защищающие поверхность ножей инструмента от окисления и интенсивного износа. TiN-, ZrN-покрытия осаждались на поверхность ножей хвостовых фрез методом КИБ на установке ВУ-1Б «Булат» на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ. Толщина полученных покрытий не превышала 1,5 мкм. Упрочненные ионно-плазменными TiN-, ZrN-покрытиями импортные двухлезвийные ножи из WC-Co твердого сплава, применяемые для резания ламинированных ДСтП, имеют период стойкости в 1,3–1,4 раза больше по сравнению с необработанными ножами.

Комбинированная упрочняющая обработка дереворежущих ножей [2] производилась путем ионно-плазменного напыления TiN толщиной 4 мкм и магнитно-импульсного воздействия с энергией импульса до 6 кДж на магнитно-импульсной установке. Стойкость опытных ножей значительно превысила стойкость серийных в 5,9 раз.

Результаты проведенных производственных испытаний [3] подтвердили эффективность применения твердого сплава WC-Co группы для двухлезвийных ножей со спиральным расположением на фрезях ФБС для агрегатной обработки древесины. Следовательно, возможно получение аналогичного положительного результата по увеличению периода стойкости малоножевого инструмента для ФБС, а также литых (стеллитов и сормайт) или других износостойких материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гришкевич А.А. Особенности нанесения износостойких покрытий методом катодно-ионной бомбардировки на твердосплавные непереключаемые пластины / А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин, И.И. Бавбель. – Труды БГТУ. 2013. № 2.
- 2 Алифанов А.В. Повышение эксплуатационных свойств дереворежущих ножей комбинированным методом нанесения вакуумных упрочняющих покрытий и магнитно-импульсной обработки / Алифанов А.В., Демянчик А.С., Лях А.А., Милюкова А.М. – Литье и металлургия. 2014 №2. – с. 95 – 100.
- 3 Раповец, В. В. Повышение периода стойкости режущего инструмента фрезерно-брусующих станков при использовании твердого сплава в конструкциях двухлезвийных ножей/ В.В. Раповец// Труды БГТУ, Минск. – 2014. – С. 170-175.

УДК 674.053

В.В. Раповец, к.т.н., доцент
(БГТУ, г. Минск)

Б.М. Розин, к.т.н., вед. науч. сотр., Гущинский Н.Н., к.ф-м.н., науч. сотр.
(ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск)

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ

Совершенствование процессов механической обработки древесины, параметров режущего инструмента и режимов обработки требует построения основных зависимостей технико-экономических характеристик и разработки методов оптимизации технологических параметров, учитывая множество критериев [1, 2].

В результате выполненных научных исследований проанализирован состав компонент концептуальной модели оптимизации технологических процессов деревообработки с использованием ряда источников, посвященных моделям обработки различных материалов резанием. Параметры, характеризующие технологический процесс, подразделяются на управляемые (параметры режима обработки и геометрические параметры инструмента), и неуправляемые. Разработанная модель включает критерии качества процесса (себестоимость обработки, производительность, энергоемкость) и правила их использования для сравнения вариантов процесса. Также модель описывает множество допустимых вариантов значений, управляемых переменных посредством системы ограничений на диапазоны управляемых параметров и характеристик процесса, зависящих от этих параметров. При расчете упомянутых характеристик учитывается динамика износа инструментов и ее влияние на период стойкости инструмента.

Рассмотрены подходы к построению компонент модели оптимизации технологических процессов деревообработки на базе экспериментальных данных. Для аппроксимации физических характеристик процесса резания и износа инструмента наиболее часто используются кусочно-степенные функции, полиномы либо логарифмические полиномы второго порядка. Наилучшие значения параметров аппроксимирующих характеристик обычно находятся по результатам натурных экспериментов с использованием метода наименьших квадратов.

Рассмотрены подходы к построению ограничений математической модели для оптимизации режимов деревообработки на базе экспериментальных данных. Для аппроксимации физических характеристик процесса резания и износа инструмента используются наборы

степенных функций. С учетом свойств характеристик их аппроксимация строится по методу наименьших квадратов.

Описана модифицированная концептуальная модель оптимизации технологических процессов деревообработки, учитывающая влияние параметров износа режущего инструмента на физико-механические характеристики высокоскоростного процесса резания древесины. Сформулирована математическая задача многокритериальной оптимизации параметров процесса высокоскоростной деревообработки для частного случая одноинструментального фрезерования деталей при серийном их выпуске.

Разработана программа многокритериальной оптимизации режимов деревообработки фрезерованием (МОМСW), БГЛИ.51037-01, реализующая предложенные методы оптимизации параметров технологических процессов деревообработки. Программа предназначена для определения наилучших режимов одноинструментальной обработки фрезерованием заготовок из древесины в условиях серийного производства. При реализации данной программы была использована технология объектно-ориентированного программирования на языке C#. Проведены тестовые расчеты на основе полученных экспериментальных данных.

Выводы: полученные результаты показали, что наилучшими технологическими режимами, обеспечивающими одновременно минимальную удельную себестоимость обработки и минимальную энергоемкость в заданных диапазонах управляемых параметров (толщины стружки и скорости резания) являются режимы, обеспечивающие максимальную производительность на деревообрабатывающих центрах с числовым программным управлением. Целесообразно рассмотреть промышленные примеры обработки твердых лиственных пород древесины, при которых затраты на обслуживание инструменты, времени на их смену, а также расходы на потребляемую электроэнергию составляют большую долю в себестоимости процесса деревообработки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.
- 2 Соболев, И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И.М. Соболев, Р.Б. Статников. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.

УДК 674.05:621.914

А. А. Гришкевич, доц., канд. техн. наук,
С. А. Гриневич, доц., канд. техн. наук,
Г. В. Алифировец, заведующий лабораторией
(БГТУ, г. Минск)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА НА БАЗЕ СТАНКА ШО16-4 ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕ- ВЕСИНЫ

В настоящее время на многих крупных предприятиях лесной и деревообрабатывающей отрасли Республики Беларусь установлены линии агрегатной переработки древесины. Как правило, в технологический процесс переработки сырья на данном оборудовании входит операция профилирования. Профилирование представляет собой процесс механической обработки двух или четырехкантных брусьев цилиндрическими фрезами с целью придания им ступенчатой формы, упрощающей процесс дальнейшей переработки. Последующая распиловка ступенчатого бруса позволяет получить обрезные материалы без применения специализированного оборудования. Для изучения процесса фрезерования древесиной профилирующими агрегатами на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов была разработана экспериментальная установка на базе одностороннего шипорезного станка модели ШО16-4.

Экспериментальная установка на базе шипорезного одностороннего станка ШО16-4 предназначена для проведения исследований по определению значений касательной и радиальной составляющих силы резания при полузакрытом и закрытом фрезеровании. Экспериментальная установка представляет собой четырехшпиндельную модель с пильной, прорезной и двумя вертикальными прорезными режущими головками. Первой по ходу подачи материала расположена пильная головка, за ней шипорезные и прорезная головка. Шпинделями режущих головок являются удлиненные концы валов электродвигателей, каждый из которых смонтирован на отдельном суппорте. Пильный, верхний шипорезный и прорезной суппорты оборудованы механизмами, обеспечивающими вертикальное и горизонтальное перемещение и смонтированы на колонке станка. Нижний шипорезный суппорт имеет только вертикальное перемещение и установлен на опорной балке. Все режущие головки имеют ограждения, обеспечивающие безопасность работы на станке. Шторки ограждения имеют электроблокировку, исключающую возможность пуска установки при снятом, или поднятом ограждении. Каретка экспериментальной установки совершает обратное-поступательное движение по верхней цилиндрической и нижней

плоской направляющим, которые укреплены на опорной балке. Балка и колонка установлены на станине. На столе каретки установлен универсальный динамометр УДМ 1200, в котором фиксируется обрабатываемый материал. Возврат каретки и останов ее в исходном положении происходит автоматически при срабатывании конечных выключателей, установленных на корпусе редуктора [1, 2].

В состав экспериментальной установки на базе станка ШО16-4 входят следующие основные узлы и элементы: каретка; привод подачи; электрооборудование; суппорт пильный; гидроагрегат; суппорт прорезной; станина; гидрозажимы; суппорт шипорезный нижний; суппорт шипорезный верхний; кожух. На рисунке 1 представлен общий вид экспериментальной установки.

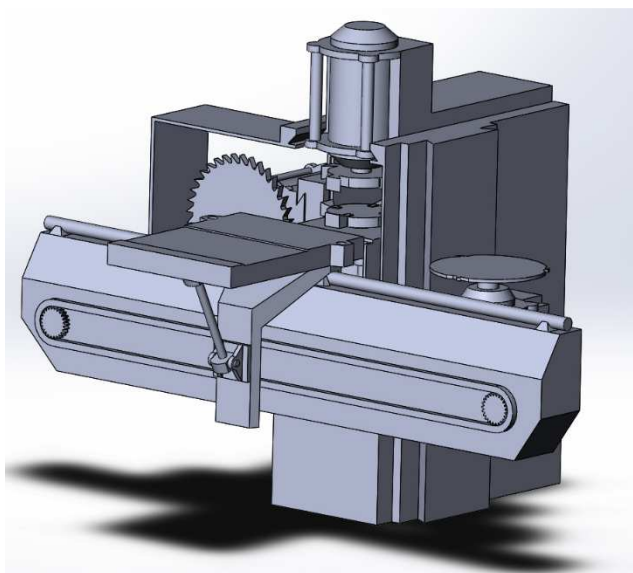


Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспериментальная установка для исследования процесса фрезерования древесины и древесных материалов. А.А. Гришкевич, А.Ф. Аникеенко. Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. в-в. Выпуск XIII. – Минск, 2005. – С. 202-204.

2. Методика проведения экспериментальных исследований по фрезерованию древесных плитных материалов на обрабатывающем центре с числовым программным управлением Rover B4.35. А.А. Гришкевич, А.Ф. Аникеенко. Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. в-в. Выпуск XV. – Минск, 2007. – С. 213-216.

УДК 674.056

В. Н. Сторожук, доц., канд. техн. наук;
О. Б. Ференц, доц., канд. техн. наук;
Г. В. Сомар, доц., канд. техн. наук;
З. П. Копинец, доц., канд. техн. наук.
(НЛТУ Украины, г. Львов)

ВЛИЯНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ СВОБОДНЫХ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПИЛЬНОГО ВАЛА НА УРОВЕНЬ ГЕНЕРИРУЕМОГО ШУМА

Одними из наиболее шумных круглопильных деревообрабатывающих станков являются многопильные, в частности прирезные станки.

Механические шум и вибрации круглопильных деревообрабатывающих станков генерируются в результате действия поперечных колебаний пильных дисков, изгибающих и крутящих моментов рабочей части вала, колебаний всей системы «станок-заготовка» при резании заготовок и другие факторы. При совпадении частот собственных колебаний системы с частотой периодического крутящего момента движущих сил и сил сопротивления возникает резонанс и, как следствие, возрастает акустический шум, излучаемый работающим круглопильным станком.

Для определения влияния собственных частот свободных крутильных колебаний пильного вала прирезного станка на уровень генерируемого шума за основу принят узел резания прирезного станка типа ЦДК-5, на котором закреплены три плоских круглых пилы. Использование вала с меньшим количеством пил снижает производительность станка, а с большим количеством – суживает диапазон варьирования величины расстояния между пилами, что важно при проведении числового эксперимента.

Расстояние от направляющей линейки к первой, второй и третьей пиле изменялось в диапазоне, predetermined ограничениями по ширине постава (длине консоли вала). Расчеты проведены для плоских круглых пил диаметром 250 мм, 315 мм, 360 мм и 400 мм.

Расчет собственных частот свободных крутильных колебаний консольного вала, для выше описанного случая, выполнен согласно формулам (2.12-2.20), приведенным в работе [1].

Расчётные значения собственных частот свободных крутильных колебаний консольного пильного вала прирезного станка приведены ниже в таблице.

Таблица– Собственные частоты свободных крутильных колебаний консольного пильного вала в случае трёхпильного постава, кГц

Модуль упругости вала, Н·м ⁻²	Диаметр пилы, мм	Размер расстояния между пилами, Мм							
		10	30	50	100	130	150	180	200
2,1·10 ¹¹	250	171,0	98,6	76,4	53,9	47,3	44,4	40,2	38,0
	315	108,0	62,1	48,0	34,0	30,1	27,8	25,2	24,0
	360	82,6	47,6	36,8	25,5	22,8	21,3	19,5	18,4
	400	63,8	37,0	28,6	22,0	18,5	16,9	15,2	14,3
2,0·10 ¹¹	250	167,0	96,2	74,6	52,6	46,0	43,2	39,4	37,4
	315	105,0	60,6	46,8	33,2	29,2	27,0	24,6	23,4
	360	80,6	46,4	35,9	25,1	22,3	20,8	19,0	17,9
	400	62,2	36,1	27,8	21,3	17,9	16,4	14,8	13,9
1,9·10 ¹¹	250	162,0	93,8	72,7	51,3	45,1	42,2	38,4	36,2
	315	102,0	59,0	45,8	32,3	28,3	25,9	23,8	22,8
	360	78,6	45,4	35,0	24,8	21,8	20,3	18,4	17,2
	400	60,7	35,1	27,1	20,6	17,4	15,9	14,3	13,5

Полученные результаты расчетов свидетельствуют, что увеличение диаметра пил и уменьшение жесткости вала приводит к уменьшению величины собственных частот свободных крутильных колебаний вала, поскольку возрастают соответствующие моменты инерции пил относительно оси вала. Кроме того, увеличение величины расстояния между пилами также вызывает уменьшение значений собственных частот свободных крутильных колебаний. Причем, для малых значений расстояния между пилами (b=10; 30 мм) уменьшение собственных частот происходит интенсивнее, чем при больших (b=130; 180 мм). При графической интерпретации результатов кривые, описывающие функцию, отвечают, с некоторыми приближениями, функции второго порядка.

Собственные частоты свободных крутильных колебаний, в рассматриваемом случае, на изменение величины, интенсивности и спектрального состава шума, который генерируется узлом резания прирезного станка, непосредственно не влияют, поскольку их величины превышают значения частотного диапазона уровня звукового давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сторожук, В. М. Акустическая оценка и пути снижения шумовой и вибрационной активности многопильных шпиндельных узлов дереворезальных станков: дис. на соискание учен. степени канд. тех. наук / В.М. Сторожук. – Львов, 1998. – 177 с.

УДК 666.762.1:698.9.03

Ю.В. Цапко, проф., д-р техн. наук;
О.Ю. Цапко, аспирант
(НУБиП Украины, г. Киев)

ТЕНДЕНЦИИ СОЗДАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В последнее время в Украине повысилась заинтересованность к результатам научных разработок в области создания высокоэффективных средств защиты строительных конструкций от воздействия пожара и их внедрение. В связи с этим определяется необходимость развития работ в данном направлении с предоставлением особого внимания разработке эффективных огнезащитных покрытий с целью их использования при сооружении как объектов общестроительного, так и специального назначения, где использование антипиренных смесей малоэффективно. Простейшие высокотемпературные и огнезащитные средства на основе неорганических вяжущих материалов содержат в своем составе связанную воду, которая при нагревании испаряется и блокирует перенос тепла к защищаемой поверхности, где в качестве связки используют натриевое жидкое стекло, глиноземистый цемент, фосфатные и алюмосиликатные вяжущие. Однако такие покрытия являются недолговечными не обеспечивают достаточной адгезионной прочности и имеют большой температурный коэффициент линейного расширения.

Огнезащитные вспучивающие композиции представляют собой достаточно сложные многокомпонентные системы, поскольку в их состав входят три основных компонента: катализатор коксообразования, коксообразующий и вспенивающий агенты. В исходном состоянии огнезащитные композиции представляют собой твердые гетерогенные, гетерофазные зернистые системы, состоящие из случайно расположенных частиц размерами от 1 до 40 мкм и большого количества пор. Когда огнезащитное покрытие подвергается нагреву, начинается серия химических реакций, образуя вспученную структуру и, является высокоэффективной теплоизоляцией. Недостатком вспучивающих композиций является их невысокая механическая прочность, возможно снижение огнезащитных характеристик покрытий в процессе их эксплуатации, высокая стоимость. Использование минеральных веществ в органико-неорганических композициях может устранить указанные недостатки, а именно снизить дымообразование, повысить атмосферостойкость и разработать новый тип огнезащитных покрытий для строительных конструкций.

УДК 684.4:629.332

Гайдук С.С., канд. техн. наук,
Пилатов К.А., студ.
(БГТУ, г. Минск)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕБЕЛИ ДЛЯ АВТОПРИЦЕПОВ

При проектировании мебели для автоприцепов и домов на колесах, необходимо учитывать специфику эксплуатации и непосредственно эксплуатационные требования присущие данной мебели, а также пожелания заказчика.

В мире существует множество фирм, выпускающих кемперы различных типов: интегрированные и полуинтегрированные, альковные автодома, жилые минивэны, а также жилые прицепы (дача на колёсах, прицеп-палатка, жилые модули для пикапа).

В общем случае мебель для домов на колесах, должна обладать следующими свойствами и конструктивными особенностями:

- вертикальные стенки встроенной мебели должны быть тонкими и одновременно обеспечивать жесткость конструкции;

- задними стенками встроенной мебели является обшивка кузова, могут обшиваться крашеной ДВП, пластиком, декоративной фанерой;

- все подвижные элементы мебели (дверцы, ящики) должны быть дополнительно укомплектованы запирающими элементами;

- фурнитура должна быть максимально легкой и устанавливаться рационально, это обусловлено как экономическим фактором в проектировании мебели, так и удовлетворением условия практичности и снижения нагрузки на транспортное средство;

- жилое пространство должно удовлетворять минимальные потребности человека (место для сна, сидения, работа за столом);

- санузел должен быть оснащен как минимум раковиной с подключенным смесителем, в лучшем же случае должен быть установлен биотуалет и душевая кабинка.

При проектировании как самих домов на колесах, так и мебели для них по индивидуальному проекту, зачастую требуют выделение пространства под рабочее место. Также выделяют следующие зоны:

- жилищно-бытовые;
- рабочие;
- исследовательские;
- социального обеспечения.

Выпускаются также по индивидуальным заказам передвижные лаборатории и станции для нефтегазовой и горнодобывающей про-

мышленности, передвижные ремонтные станции для коммунальных служб (газовые службы, водоканал).

В Республике Беларусь идея с автодомами и прицепами-дачами, не прижилась ввиду менталитета и ряда других социальных причин. Для эксплуатации автодомов также необходима инфраструктура, наличие площадок для их размещения (сети кемпингов). Несмотря на выше обозначенные проблемы, некоторые предприятия выпускают кемперы разнообразной конструкции, а также различной мебелировкой.

Для производства мебели применяют такие материалы как: фанера различных марок, ДВП и ДВПО (окрашенная ДВП), MDF и HDF, плиты с сотовым заполнением. При выборе конструкционного материала, помимо линейных размеров плит, следует учитывать физико-механические и эстетические свойства материала или композита, такие как: плотность, удельное сопротивление на выдергивание крепежной фурнитуры и цветовая гармония фасадных деталей с внутренней отделкой кемпера.

При проектировании мебели, следует учитывать следующие варианты технологий производства кемперов, а именно: сборка кемпера на конвейере и сборка кемпера вне конвейера.

В случае конвейерной сборки, первоначально собирается кузов после чего устанавливаются мебельные узлы. Преимуществами такой технологии производства, являются: простота технологической линии, уменьшение вероятности повреждения мебельных узлов, участок сборки мебели может быть отделён от участка сборки кузова.

Внеконвейерная сборка, подразумевает сборку кемпера «снизу вверх». Устанавливается мебель на шасси с последующей установкой стен, крыши, а также производятся необходимые отделочные работы.

Особенности данной технологии: блочная сборка мебели, удобство установки крупногабаритных мебельных узлов, а также прочих бытовых устройств.

Современные рыночные отношения побуждают производителей кемперов удовлетворять широкий круг потребностей покупателей, учитывая специфические требования к их эксплуатации, экономя при этом материалы и финансовые средства. В связи с этим, выбор технологии производства играет большую роль, сравнимую с маркетинговыми исследованиями и патентным поиском, от которой будет зависеть объем прибыли, полученной от реализации продукции.

УДК 667.61:684.4.059

Гайдук С.С., канд. техн. наук,
Касперович Т.А., студ.
(БГТУ, г. Минск)

ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ДРЕВЕСИНЫ

Значительную часть рынка мебели в Республике Беларусь занимает продукция, в качестве конструкционного материала которой применяются плитные материалы с «финиш-эффектом» (ламинированные плиты) – это мебель «эконом-класса». Но в странах Европейского союза, а в последнее время и в Республике Беларусь для элитной мебели и среднего ценового сегмента, изготавливаемой из натуральной древесины, используется отделка жидкими ЛКМ, которая позволяет более выразительно подчеркнуть природную красоту массивной древесины и строганого шпона ценных пород, и эта тенденция будет сохраняться [1].

Следует отметить, что рынок лакокрасочных материалов в Республике Беларусь представлен широким кругом производителей, как отечественных, так и зарубежных. В ассортименте имеются такие бренды как Sirca, Remmers, Sherwin-Williams, Sayerlack и др.

Широкое применение лакокрасочных материалов в промышленности, и в частности в деревообработке, диктует необходимость оценки их качества, что дает возможность предвидеть поведение лакокрасочных материалов в процессе создания защитно-декоративных покрытий, а также прогнозировать свойства покрытий при различных условиях эксплуатации.

Для соблюдения обеспеченности защитных и декоративных свойств в производственных условиях следует оценивать качество полученных покрытий. Для определения качества лакокрасочных материалов и покрытий необходимо применять стандартные методы измерения соответствующих показателей.

В качестве основных физико-механических показателей лакокрасочных покрытий, которые оценивались в процессе исследований, были следующие: твердость лакокрасочных покрытий по ГОСТ 5233 [2], стойкость к истиранию по ГОСТ 27820 [3], ударная прочность по ГОСТ 27736 [4] и адгезия лакокрасочного покрытия к древесине по ГОСТ 27325 [5].

Для создания покрытий на поверхности древесины использовались акриловый и полиуретановый лаки импортного производства. В качестве основы под лакокрасочные покрытия использовались образцы, изготовленные из древесины дуба и сосны.

По результатам испытаний было выявлено, что на древесине дуба величина адгезии у акрилового покрытия выше, чем у полиуретанового. На древесине сосны показатели величины адгезии акрилового лака ниже в сравнении с древесиной дуба.

Полученные результаты показали, что акриловый лак имеет более высокий показатель твердости, нежели полиуретановый.

Анализ данных при определении ударной прочности показывает, что полиуретановое покрытие более стойкое к ударам, так как по своей природе оно более эластичное нежели акриловое.

Проведенные исследования показали, что акриловый лак на разных породах древесины имеет меньшую потерю массы при 50 оборотах Табер-теста, в сравнении с полиуретановым лаком. Проведя сравнительный анализ литературных источников, можно сказать, что акриловый лак обладает более высокими адгезивными свойствами, следовательно, характеризуется более сильным межмолекулярным взаимодействием с поверхностью и таким образом более износостойкий.

Также следует отметить, что покрытие на основе акриловых материалов обладало более высокими эстетическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохорчик, С.А. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: учеб. пособие / С.А. Прохорчик. – Минск: БГТУ, 2014. – 297 с.
2. Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытий по маятниковому прибору: ГОСТ 5233–89. Введ. 01.01.90. М.: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.
3. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения стойкости защитно-декоративных покрытий к истиранию: ГОСТ 27820–88. Введ. 01.01.89. М.: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.
4. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения ударной прочности защитно-декоративных покрытий: ГОСТ 27736–88. Введ. 20.06.88. М.: Изд-во стандартов, 1988. 5 с.
5. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения адгезии лакокрасочных покрытий: ГОСТ 27325–87. Введ. 17.06.87. М.: Изд-во стандартов, 1987. 6 с.

УДК 676.22.017

С.В. Киселев, ст. преп., канд. техн. наук;
А.В. Блохин, доц., канд. техн. наук;
В.Т. Лукаш, ст. преп., канд. техн. наук;
А.М. Лось, асс.
(БГТУ, г. Минск)

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ УЗКИХ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ, ПРОШЕДШИХ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ

Среди современных технологий распиловки бревен, с целью получения пиломатериалов, широкое распространение получило пиление узкими ленточными пилами. Данная технология позволяет успешно решать вопросы энергосбережения и рационального использования древесного сырья.

Однако при эксплуатации ленточных пил часто возникают две основные проблемы. Первая - это недостаточная усталостная долговечность пил, вызванной значительными напряжениями изгиба, возникающими в полотне пилы при ее огибании шкивов станка. Вторая – относительно невысокая производительность ленточнопильного оборудования, вызванная недостаточной устойчивостью узких ленточных пил ввиду их малого поперечного сечения и большой свободной длины.

К сегодняшнему дню перспективным путем повышения долговечности ленточных пил является проведение предварительного упругопластического деформирования, с целью создания остаточных напряжений сжатия заданного значения в поверхностных слоях полотна пилы. Их создание возможно путем обкатки ленточной пилы на шкивах с диаметром 88–116 мм, и со скоростью обкатки полотна не более 1,38–1,82 см/с. Значения диаметра шкива и скорость обкатки выбираются исходя из физико-механических свойств материала полотна ленточной пилы и ее толщины. Деформирование проводится единообразно, перед началом работы инструмента и не требует последующего повторения ввиду незначительности релаксационных явлений в полотне ленточной пилы.

Но не был изучен вопрос о том, как изменение внутреннего напряженного состояния ленточной пилы оказывает влияние на ее устойчивость в процессе распиловки, а соответственно на качество получаемых пиломатериалов и производительность оборудования.

Для полосовых пил, к которым относятся рамные и ленточные пилы, одним из критериев их устойчивости является значение критической силы резания $P_{кр}$ действующей в плоскости пилы перпендику-

лярно ее главной оси, приводящая к потере плоской формы инструмента. Данный параметр напрямую зависит от геометрических характеристик пилы, силы предварительного натяжения и величины скорости подачи. При этом потерю устойчивости ленточной пилы во время работы можно наблюдать по появлению характерной «волны» пропила, что в итоге приводит к изменению действительных размеров получаемых пиломатериалов.

С целью оценки влияния предварительного упругопластического деформирования на устойчивость ленточных пил авторами были проведены сравнительные испытания двух групп узких ленточных пил по 5 штук – прошедших упругопластическое деформирование и безданного упрочнения. Распиловка проводилась на горизонтальных ленточнопильных станках LT40. Распиливаемый материал – двухактный брус древесины дуба, что позволяло соблюдать постоянство высоты пропила. Скорость подачи на данных станках автоматизирована, а ее значение в течение испытаний варьировалась в диапазоне 8–14 м/мин. Оценка устойчивости ленточных пил проводилась косвенно – по значению действительного размера толщины получаемых досок при помощи штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм.

По ГОСТ 2695-83 «Пиломатериалы лиственных пород» для досок толщиной до 32 мм предельные отклонения от номинальных размеров не должны превышать 1 мм, а для 40–100 мм – 2 мм. Результаты испытаний показали, что при высоте пропила равной 400 мм и толщине получаемых досок 32 мм предельные отклонения не превышали допустимого значения для пил из обеих групп. Потеря устойчивости при которой наблюдается резкое увеличение разнотолщинности получаемых пиломатериалов происходило при значении скорости подачи 13–14 м/мин и была постоянной для пил из обеих групп.

Таким образом следует сказать, что проведение упругопластического деформирования не оказывает существенного влияния на устойчивость узких ленточных пил, что позволяет эффективно использовать данный метод повышения долговечности пил на практике.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что в случае, если усталостная долговечность пил, не прошедших деформирования находится на приемлемом уровне то такой способ подготовки пил к работе можно рекомендовать и для увеличения их устойчивости. В этом случае, для таких пил, при их упругопластическом деформировании, возможно увеличение силы предварительного натяжения на ленточнопильном станке с сохранением их первоначальной долговечности.

УДК 621.785.532

Ф. Ф. Царук, доц., канд. техн. наук,
А. В. Блохин, доц., канд. техн. наук,
С. Е. Бельский, доц., канд. техн. наук,
М. Н. Пищов, доц., канд. техн. наук,
(БГТУ, г. Минск)

Adel Abdel Basset Rashid (Beirut Arab University, Lebanon, Tyre)

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НА УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВТОРИЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В настоящее время весьма актуальной становится проблема использования вторичных алюминиевых сплавов в качестве заменителей первичных. Однако из-за недостаточной изученности влияния химсостава на служебные свойства и вредного влияния неизбежно присутствующих различного рода примесей в данных материалах их характеристики могут значительно отличаться от требуемых.

Объектом исследований являлись плоские балочные образцы толщиной 2,0 мм из алюминиевых сплавов типа АК8МЗ с содержанием железа в пределах 0,4-1,45%. Также для партии образцов была оплавлена поверхность лазерным излучением на глубину 0,2 мм с обеих сторон.

Нагружение материалов по второй собственной форме колебаний производилось на специально разработанной исследовательской установке, работавшей с резонансной частотой колебаний 18 кГц [1].

Полученные результаты показывают, что содержание легирующих материалов наиболее существенно сказывается на поведении пределов усталости данных литейных сплавов. Так, железо немонотонно изменяет данную характеристику, причем как для сплава в исходном состоянии, так и после лазерной обработки. Максимальной величины предел усталости достигает при содержании железа 1%.

Таким образом, экспериментально установлен характер влияния величины процентного содержания железа, кремния и меди в исследуемых литейных сплавах. Используемые в данной работе установки и методы исследований могут быть рекомендованы для оптимизации уровня усталостных характеристик конструкционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tsaruck, F. Method of the accelerated prediction of fatigue properties of metals at normal and heightened temperatures by results of high-frequency tests, Proceedings of III international symposium on tribo-fatigue ISTF 2000 / F. Tsaruck, A. Novitskiy – China; 2000. – P. 193 – 195.

УДК 621.9.02

С.Е.Бельский, доц., канд.техн.наук
(БГТУ, г.Минск);
В.Б.Левитан, инж.
(ОАО «Сталекс»)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР- НО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УП- РОЧНЕНИЯ СТАЛИ 45Х3В3МФС

При производстве инструментальной оснастки широко используются быстрорежущие стали, которые отличаются высокой твердостью, прочностью и особенно теплостойкостью. Однако, в условиях ударных нагрузок отмечаются случаи поломки штампов изготовленных из таких сталей. Весьма перспективным является применение процесса поверхностного упрочнения, позволяющего широко использовать сталь 45Х3В3МФС вместо стали Р6М5.

Понижение твердости в связи с уменьшением содержания углерода, а также вольфрама и молибдена в этой стали компенсируется за счет диффузии в поверхностные слои углерода. При этом сохраняется относительно вязкая сердцевина.

Для обеспечения необходимой твердости, а также износостойкости поверхностного слоя штампов проводилась газовая цементация стали 45Х3В3МФС в среде природного газа при температуре 950 °С и выдержке от 10 до 20 часов.

Металлографический анализ показал, что цементованный слой стали 45Х3В3МФС состоит из трех зон. Первая зона представляет собой темнотравящуюся троститную основу с включениями карбидов. Глубже расположена светлотравящаяся аустенитно-мартенситная зона с меньшим по сравнению с поверхностным слоем количеством карбидной фазы. Третий слой – переходной к структуре сердцевины стали – сорбито-мартенситный.

Для изучения свойств диффузионного слоя проводилось измерение микротвердости по его глубине. При проведении отпусков микротвердость поверхностного слоя на стали 45Х3В3МФС значительно возрастает. Некоторое снижение твердости по глубине 0,3-0,7 мм от поверхности после закалки и первого отпуска объясняется образованием и последующим распадом остаточного аустенита, количество которого в этой области велико вследствие высокого содержания углерода.

Окончательная термообработка снижает величину карбидной фазы по всей глубине диффузионного слоя. В результате рентгеноструктурного анализа установлено наличие как в сердцевине так и по-

верхностном слое карбидов типа M_6C и MC , характерных и для быстрорежущих сталей.

Для интенсификации процесса насыщения, а также повышения микротвердости поверхностного слоя перед цементацией проводилось азотированием при $560^\circ C$ и времени выдержки 8 часов в среде аммиака. Анализ толщины упрочненных слоев показал, что предварительное азотирование, несколько интенсифицирует процесс цементации.

С увеличением выдержки свыше 10 часов интенсивность диффузии снижается. В процессе азотирования формируются слои со структурой α -фазы и нитридов.

Образцы прошедшие предварительное азотирование при $560^\circ C$ в течение 10 часов в среде аммиака затем подвергались газовой цементации. Изучено влияние продолжительности цементации с предшествующим азотированием на толщину упрочненного слоя и зоны залегания карбидов. Можно сделать вывод, что предшествующее азотирование несколько интенсифицирует процесс цементации. Результаты исследования толщины слоев подтверждают анализ микротвердости, выполненный нами ранее.

Проведенные испытания на износ показали, что наименьшие потери массы испытываемых образцов отмечаются при температуре цементации $950^\circ C$ и выдержке 12 часов. С возрастанием времени процесса (до 20 часов) насыщения сопротивление изнашиванию незначительно (на 5-10 %) снижается очевидно вследствие коагуляции карбидной фазы и повышения микрохрупкости поверхностного слоя.

Проведены усталостные испытания образцов из стали 45ХЗВЗМФС, прошедших цементацию. Испытания проводились в условиях знакопеременного изгиба при частоте нагружения 18 кГц. Результаты испытаний показывают достаточно высокие характеристики усталости, как при комнатных, так и при повышенных температурах, что создает предпосылки использования такой стали для изготовления штампов.

УДК 647.023

А.В.Блохин, доц., канд.техн.наук
С.Е.Бельский, доц., канд.техн.наук
(БГТУ, г.Минск);

Adel Abdel Basset Rashid

(BeirutArabUniversity, Lebanon, Tyre)

АНАЛИЗ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КРИТИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ АЛЮМИ- НИЕВЫХ СПЛАВОВ

Многие детали современных машин, работающие при циклических нагрузках широкого амплитудно-частотного диапазона и повышенных температурах, выходят из строя из-за усталостного разрушения. Методы оценки усталостных характеристик, используемые в настоящее время, с одной стороны очень трудоемки, поскольку база испытаний может составлять десятки миллионов циклов, а с другой, часто не учитывают реальных условий эксплуатации (амплитуда, частота, схема нагружения).

Полученные результаты влияния параметров механических колебаний на усталостные характеристики не всегда поддаются сравнению из-за различия амплитудно-частотных и температурных условий проведения испытаний и структурного состояния материалов, что, несомненно, сужает возможности их теоретического обобщения и повышения точности расчетов.

В недостаточной мере исследована кинетика изменения структурно-чувствительных свойств материалов в процессе развития процесса усталостного разрушения; весьма противоречивы данные о трансформации дислокационной структуры, а, следовательно, о механизме протекания усталостного разрушения. Для многих материалов не установлены пороговые напряжения начала развития процесса усталостной повреждаемости.

Нами рассмотрены некоторые особенности поведения дислокационного отрезка, находящегося в условиях воздействия знакопеременного напряжения низкой и промежуточной частоты при учете влияния температурных механизмов на упругое взаимодействие примесей замещения с дислокациями в окружающих и атмосферах точечных дефектов. Проанализирован вклад указанных процессов в характерные параметры металлов, описывающие свойства материалов в условиях близких к режимам усталостных нагрузок.

Критические напряжения наступления микропластичности являются результатом срабатывания дислокационных отрезков по сце-

нарию Франка-Рида и при знакопеременном нагружении представляют собой некий аналог предела текучести при статическом нагружении. Необратимость микроскопической деформации при любом типе нагружения связана с движением уже существующих дислокаций, а также с возможностью генерации новых дислокационных петель закрепленным источником.

Известные принципы динамики дислокационного сегмента при описании внутреннего трения в приближении струнной модели в данном случае адаптированы к проблеме учета не только инерционных, вязких и упругих сил, но и дополнительных сил взаимодействия с примесными атомами. Примеси, как известно, образуют атмосферы вокруг протяженных дефектов и движение дислокаций зависит от сорта и размера чужеродных атомов внедрения и замещения.

Учет взаимодействия дислокационного сегмента с примесными атомами привел к тому, что пороговое значение напряжения при низких температурах более чувствительно к распределению примесей в области сегмента, а в области больших температур присутствие неравновесных конфигураций примесных атомов сказывается на динамических свойствах отрезка в меньшей степени. Это связано с тем, что при низких температурах концентрация примесных атомов в атмосферах Котрелла, Снука возрастает вплоть до их насыщения и выпадения отдельных новых фаз, а с ростом температуры облака атмосфер примесных атомов вблизи дислокаций рассасываются вплоть до выхода на равновесную концентрацию, характерную для областей вдали от протяженных дефектов.

Полученная зависимость критических напряжений начала процесса усталостного разрушения от частоты знакопеременных колебаний позволяет уточнить физическую модель развития процесса усталостного разрушения исследуемых алюминиевых сплавов. Экспериментальная проверка (сопоставление кривых частотных зависимостей критических напряжений и определенных опытным путем пороговых напряжений) показали их одинаковый характер (располагаются практически эквидистантно) как для деформируемого сплава (Д16) так и для литейного (АК9М2), полученного с использованием вторичного сырья. Это позволяет говорить о возможности использования данной модели для прогнозирования характеристик низкочастотной усталости широкой номенклатуры металлических материалов содержащих значительное количество примесных атомов.

УДК 621.833

С.Е.Бельский, доц., канд.техн.наук,
А.Ч.Русецкий, асп.,
А.О.Авдейчик, студ.
(БГТУ, г.Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В процессе эксплуатации насосных агрегатов на предприятиях нефтепереработки колебание режима работы неизбежно, что влечет за собой изменение гидродинамики потока жидкости, оказывающее интенсивное динамическое воздействие на детали его проточной части. Одной из важнейших деталей проточной части насосных агрегатов является рабочий орган, предназначенный для передачи энергии от вращающегося вала насоса к жидкости, выход из строя которого может привести к аварийной ситуации. Повреждения рабочего органа насосных агрегатов, как правило, выявляются во время плановых ремонтов, за исключением аварийных остановок.

В существующих методиках проведения прочностных расчетов рабочего органа насосных агрегатов не учитывается влияние гидродинамических процессов в проточной части, изучению которых посвящены исследования многих отечественных и зарубежных авторов.

Поэтому в связи с тем, что внезапное разрушение рабочего колеса может привести к аварийной остановке насосного агрегата и вызвать дополнительные повреждения связанного с ним технологического оборудования, определение времени наработки на отказ рабочих колес представляет несомненную актуальность.

В качестве объекта исследования были выбраны насосные агрегаты марки БЭН-516, БЭН-488, насос «PMH-FinderPOMPES» тип NJ116 и центробежные насосы серии ЦГ предназначенные для откачки раствора МЭА, а также кислой воды с растворенными в них сероводородом и аммиакам.

Выбор данного оборудования обусловлен тем, что в процессе каждого текущего ремонта насосных агрегатов требуется замена их рабочих органов из-за повреждений в виде трещин и сколов на периферии дисков. На основе сбора статистических данных по отказам и ремонтам насосов было установлено, что время наработки рабочих органов на отказ находится в интервале 2100-5800 часов.

При анализе режимных листов установки было определено, что режим работы насосного агрегата сопровождается колебаниями подачи и температуры перекачиваемого продукта.

Анализ статистики отказов рабочих колес показал, что их повреждения в основном выглядят как трещины и сколы периферии дисков в области примыкания лопаток, поэтому был сделан вывод о возможном усталостном характере разрушений. В связи с этим был проведен обзор литературы по описанию природы усталостных разрушений и методов расчета усталостной долговечности деталей машин.

Анализ излома диска рабочего колеса по вскрытой трещине, позволил выявить характерную щероховатость и волнистость рельефа излома, указывающую на усталостный характер разрушения. Учитывая, что количество циклов до разрушения рабочих колес исследуемого насосного агрегата, определенное на основе статистических данных, составляет от $3,7 \cdot 10^8$ до $1,04 \cdot 10^9$ циклов; поэтому усталостное разрушение происходит в многоциклового области.

Таким образом, для совершенствования материалов, используемых для деталей, а также технологии их производства, необходим очень большой объем усталостных испытаний. Традиционные испытания с использованием частоты нагружения порядка $10-10^2$ Герц для определения необходимого количества циклов, характеризуются большой длительностью и является трудо- и энергоемкими.

На образцах из стали 20Х13 в условиях знакопеременного изгиба проведены усталостные испытания с использованием частот нагружения 0,3; 3,0 и 18,0 кГц в условиях как нормальных, так и повышенных температур. Доказана возможность проведения высокочастотных испытаний для таких материалов, что обеспечивает целесообразность разработки технологических процессов, повышающих усталостные характеристики материалов, используемых для изготовления рабочих органов насосных агрегатов

УДК 621.785.532

А.И. Сурус, доц., канд. техн. наук;
М.Н. Пищов, доц., канд. техн. наук;
Лось А.М., асс.;
А.Н. Духовник, студ.
(БГТУ, г.Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

На ряду с разработкой новых методов и технологий, позволяющих влиять на различные характеристики материалов и эксплуатационные свойства изделий не менее важной является задача выбора для конкретных деталей наиболее эффективных методов и технологий упрочнения из числа уже известных. позволяющих достигнуть желаемых результатов без дополнительных затрат на их разработку.

Выбор метода и технологии упрочнения различных деталей машин определяются специфическими условиями их работы.

Особенности работы деталей трансмиссий лесных машин определяются различными факторами в конкретных условиях эксплуатации: особые дорожные условия, режим эксплуатации, характер нагружения, и др.).

Особенности дорожных условий определяют скорость передвижения, величину, частоту и характер нагрузок на детали ходовой части и трансмиссии, режим работы двигателя, число включений сцепления, торможений и поворотов, количество и свойства абразивных и агрессивных материалов (пыли, грязи, влаги и т.п.) действующих на агрегаты автомобиля. При включении понижающих передач наряду с нагрузкой возрастает доля мощности двигателя, расходуемая на трение в механизмах автомобиля. Длительное буксование на плохой дороге приводит к износу и разрушению элементов сцепления и дифференциала. Резкие включения сцепления, применяемые для выезда из глубокой колеи или ямы при «раскачке» автомобиля для создания рывка приводит к многократному увеличению нагрузок на трансмиссию и, как следствие, к износу и поломке ее деталей.

Кроме того наличие прицепных устройств и специфика длиномерных грузов, приводят к возникновению опасных по уровню нагрузок и накоплению усталостных повреждений, а также интенсификации процесса изнашивания сопряженных поверхностей

Износ и другие виды разрушения деталей трансмиссии при всем этом резко увеличивается.

Анализ характера и причин отказов для различных деталей трансмиссии лесных машин и результатов исследований по применению различных методов поверхностного упрочнения позволил определить наиболее эффективные методы поверхностного упрочнения для различных деталей трансмиссии лесных машин.

Установлено, что для активных поверхностей зубчатых колес главной передачи переднего моста трелевочного трактора наиболее опасным видом разрушения является изнашивание при заедании, которое приводит к нарушению зацепления зубчатых колес и потере их работоспособности.

В ходе проведения сравнительных испытаний зубчатых колес упрочненных цементацией борированием и боросилицированием установлено, что на поверхности зубьев цементованных колес очевидно наличие задиров и пластической деформации, основной причиной чего является недостаточная твердость поверхности цементованных зубчатых колес. На колесах упрочненных борированием происходит выкрашивание материала в связи с повышенной хрупкостью упрочненного слоя.

На зубчатых колесах, упрочненных комплексным борированием пластической деформации, выкрашивания и задиров на поверхности зубьев не наблюдаются.

Результаты проведенных сравнительных испытаний на износ зубчатых колес подтверждают целесообразность упрочнения их комплексным борированием.

Для упрочнения деталей подвижных соединений (шлицевые валы, элементы соединительных муфт) когда необходима минимальная деформация при высоких показателях поверхностной твердости, износостойкости, усталостной прочности и сопротивления заеданию, целесообразно применять упрочнение деталей методом жидкостной карбонитрации. Проведенные исследования показали, что этот метод упрочнения при определенных условиях позволяет существенно повысить твердость и износостойкость ряда деталей, поскольку у контактной поверхности происходит образование фаз высокой твердости.

Полученные результаты показывают существенное повышение износостойкости и усталостных характеристик при использовании жидкостной карбонитрации в комбинации с возбуждением в расплаве колебаний частотой 18 кГц. Это может способствовать повышению надежности и ресурса деталей машин, работающих в условиях сочетания трения и динамических нагрузок.

УДК 621.785.532

А.И. Сурус, доц., канд.техн.наук,
М.Н. Пищов, доц., канд.техн.наук,
А.Н. Духовник, студ.
(БГТУ, г.Минск)

КИНЕТИКА ИЗНАШИВАНИЯ БОРСОДЕРЖАЩИХ СЛОЕВ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

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.

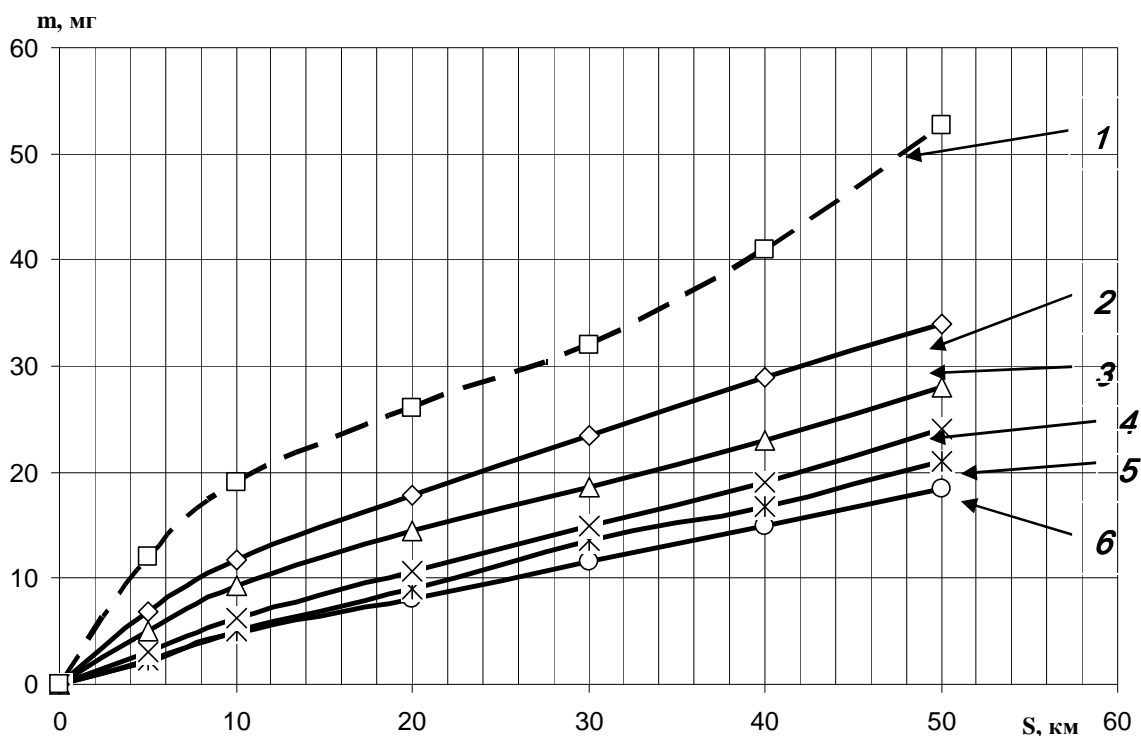
Исследования образцов проводились в режиме полусухого трения с минимальным добавлением индустриального масла 20 для исключения явления задира. Испытывались образцы из конструкционных сталей 25ХГТ, 40Х и 45 прошедших улучшение с последующим поверхностным упрочнением методами борирования и боросилицирования 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 HRC 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.



1—цементация; 2—боросилицирование 2 ч; 3—3,5 ч; 4—4 ч;
5—боросилирование 3 ч; 6—4 ч

Рисунок 1 – 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.

УДК 621.789.583

Ф. Ф. Царук, доц., канд. техн. наук,
А. В. Блохин, доц., канд. техн. наук,
А. И. Сурус, доц., канд. техн. наук,
М. Н. Пищов, доц., канд. техн. наук,
А. Н. Духовник, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ФРАКТОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГРАФИТИЗИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Комплекс свойств графитизированных сталей позволяет успешно использовать их в различных областях машиностроения. Однако из-за недостаточной изученности влияния химсостава на служебные свойства и вредного влияния неизбежно присутствующих различного рода примесей в данных сталях их характеристики могут значительно отличаться от требуемых. Одним из важнейших свойств таких сталей является сопротивление усталостному разрушению под действием циклических нагрузок.

Объектом исследований являлись плоские балочные образцы толщиной 2,0 мм из сталей с различным содержанием углерода, кремния и меди. Нагружение материалов по второй собственной форме колебаний производилось на специально разработанной исследовательской установке, работавшей с резонансной частотой колебаний 18 кГц [1].

Полученные результаты показывают, что содержание легирующих материалов наиболее существенно сказывается на поведении пределов усталости графитизированных сталей. Так, углерод и медь в данных сталях монотонно снижают усталостные свойства, в то время как кремний выступает в роли антагониста данных элементов и способствует росту высокочастотной циклической прочности образцов.

Фрактографические исследования усталостных изломов позволили установить отсутствие значимых изменений в характере картины распространения усталостной трещины для исследованного диапазона легирующих элементов.

Выводы. Экспериментально установлен характер влияния величины процентного содержания углерода, кремния и меди в исследуемых сталях. Используемые в данной работе установки и методы исследований могут быть рекомендованы для оптимизации уровня усталостных характеристик конструкционных материалов.

УДК 621.793

Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;
(БГТУ, г. Минск);И.О. Соколов, доц., канд. техн. наук
(БНТУ, г. Минск);Н.А. Свидунович, проф., д-р. техн. наук;
(БГТУ, г. Минск)А.С. Кравченко, ст. науч. сотр.; А.С. Раковец, асп.;
И.Е. Григорьев, студ.; П.И. Пальченко, студ.

(БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НАНОУГЛЕРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Повышение износостойкости и коррозионной стойкости поверхностей деталей машин актуально для различных отраслей техники. Эффективным способом улучшения поверхностных свойств деталей является газотермическое напыление, позволяющее покрывать поверхность деталей любого размера и создавать поверхностные слои толщиной до нескольких миллиметров. К первостепенным задачам в этой области относится разработка наноструктурированных композиционных порошков с равномерным распределением армирующих частиц по поверхности или объёму матричного порошка.

Методами рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного анализа, световой и сканирующей микроскопии с микрорентгеноспектральным анализом, методами измерения твердости были исследованы фазовый и элементный состав, микрохимический состав, структурное состояние и показатели механических свойств образцов композиционных газотермических покрытий нанесенных плазменным способом с добавками до 10% фуллереновой сажи без оплавления и с оплавлением. Покрытия после напыления характеризуются гетерогенностью структуры как внутри отдельных частиц, так и по покрытию в целом, что обусловлено технологическими особенностями газотермического напыления (последовательное формирование покрытия) и способом ввода модифицирующих наноконпонентов (механическая смесь). Такая картина наблюдается при различных режимах напыления и вне зависимости от состава композиционных материалов. Пористость оплавленных покрытий $\approx 1-3\%$, пористость неоплавленных покрытий $\approx 5\%$. Оплавление обеспечивает диффузию углерода в подложку и тем самым формирование упрочненного переходного слоя. Результаты исследования указывают на однородность формируемых покрытий с некоторым снижением микротвердости в переходной зоне. Определено, что введение наноконпонентов в состав покрытий приводит к уменьшению их твердости, что связано с присутствием углерода в структуре покрытия в свободном виде, что способствует повышению антифрикционных свойств.

УДК 621.934(043.3)

С.Д. Латушкина, канд. техн. наук;
В.А. Шкробот, асп.
(ГНУ «ФТИ НАН Беларуси»);
Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;
Ю.Г. Рудько, студ.
(БГТУ, г. Минск)

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗНАШИВАНИЯ

В течение последних десятилетий упрочняющие покрытия, полученные физическими и химическими методами, нашли широкое применение в области защиты поверхностей деталей и инструментов от износа. В настоящее время развивается целое научное направление – трибология покрытий, способствующее получению новых знаний, связанных с повышением долговечности и надежности узлов трения машин, механизмов и инструментов.

В настоящей работе установлены зависимости скорости травления различных материалов (сталь 12Х18Н10Т, Р6М5 и сплав ВК-8) при ионно-плазменной обработке в плазме дугового разряда, генерируемого ионным источником «АИДА», от тока дугового разряда при различных значениях давления инертного газа и времени обработки. Экспериментально доказано влияние плазменного ассистирования на характеристики (Ti,Al)N, TiN-Cu покрытий, осажденных вакуумно-дуговым методом при одновременной работе ионного источника «АИДА». Установлено, что при оптимальных технологических параметрах (давлении аргона в ионном источнике, напряжения смещения на основе, времени обработки газоразрядной плазмой) становится возможным уменьшение размеров кристаллитов, увеличение их твердости, снижение шероховатости поверхности, снижение коэффициента трения, улучшение коррозионных свойств, а, следовательно, и эксплуатационных свойств материалов и изделий.

Установлено, что при получении монофазных покрытий в присутствии газоразрядной плазмы наблюдается уменьшение размера кристаллов покрытия с 40 нм до 15-20 нм и повышение микротвердости до 22-25 ГПа. Проведенные исследования влияния параметров газоразрядной плазмы на шероховатость и коэффициент трения покрытий позволили определить оптимальные условия осаждения покрытий с высокими трибологическими свойствами.

Результаты исследований процесса получения покрытий с использованием металлической и газоразрядной плазмы могут найти применение при разработке вакуумного оборудования для нанесения упрочняющих покрытий.

УДК669.24/29.018:[539/25+539/26]

Н.А. Свидуневич, проф., д-р. техн. наук;
Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук; Г.П. Окатова, ст. науч. сотр.
(БГТУ, г. Минск);

В.С. Урбанович, зав. отделом, канд. ф.-м. наук
(ГО НПЦ по материаловедению НАН Беларуси, г. Минск);

А.И. Седов, вед. науч. сотр.
(ФТИ им. Иоффе, г. Санкт-Петербург);

А.С. Раковец, асп.; Ю.Г. Рудько, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОУГЛЕРОДА С ДОБАВКАМИ БОРА И ЖЕЛЕЗА

Изучение фазовых превращений в системе ультрадисперсных компонентов бор-углерод связано с перспективами синтеза методами нанотехнологии новой нанокерамики с уникальными физико-механическими свойствами, особенно с учетом того, что для бор-интенсивная пластическая деформация однозначно связана с формированием в композитах наноструктурного состояния.

Главными и важными отличительными особенностями полученного нового сверхлегкого, изотропно супертвердого аморфно-нанокристаллического композиционного материала $C_{Эфс}-10\%B-10\%Fe$ являются высокая трещиностойкость и упругость.

Освоена методика индентирования и расчет трещиностойкости нанокompозитов. Предлагаемая методика и получаемые в ходе исследования данные твердости и трещиностойкости нанокompозита $C_{Эфс}-10\%B-10\%Fe$ могут использоваться как оценочные характеристики этих материалов при проектировочных расчетах. Легирование бором привело к существенным положительным изменениям структуры и свойств нанокompозита $C_{Эфс}-10\%B-10\%Fe$: в лучших образцах получены высокие значения коэффициента трещиностойкости K_{1C} .

Анализ проведенного исследования позволил предложить новый механизм структурообразования супертвердых углеродных частиц: высокоэнергетическая консолидация нанодисперсного углерода (экстрагированной фуллереновой сажи) с добавками аморфного бора и порошка карбонильного железа в результате быстро идущих диффузионных процессов создает в композите $C_{Эфс}10\%B-10\%Fe$ условия образования из частиц железного порошка нового по структуре и свойствам "карбида железа".

В результате такого сложного процесса образуются супертвердые частицы с микротвердостью на поверхности близкой к твердости алмаза $HV_{300-500}$ до 100 ГПа и в сердцевине "нового карбида железа" – до 15,75 ГПа.

УДК 620.178.3

Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;
Н.А. Свидунович, проф., д-р. техн. наук;
(БГТУ, г. Минск)
А.С. Раковец, асп.; И.Е. Григорьев, студ.;
П.И. Пальченко, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЕЙ ЛЕДЕБУРИТНОГО КЛАССА С ГРАДИЕНТОМ СВОЙСТВ ПО СЕЧЕНИЮ ДЛЯ ИНСТРУ- МЕНТАЛЬНОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ, РАБО- ТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО НАГРУЖЕНИЯ

Одним из путей повышения контактной выносливости таких деталей как зубчатые колеса, подшипники качения, рельсы, прокатные валки, толкатели кулачков, элементы передач, шлицевые соединения с телами качения и т.д., работающих в условиях циклического контактного нагружения, большое внимание отводится упрочняющим технологиям, созданию необходимой структуры поверхностного слоя. Таким образом, установление взаимосвязи между параметрами обработки, получаемой в результате градиентной структурой и сопротивлением контактному изнашиванию, достаточно актуально.

Методом сканирующей электронной микроскопии с микро-рентгеноспектральным анализом были исследованы микрохимический состав и структурное состояние полутеплостойких хромистых сталей класса X12M для инструментальной и технологической оснастки после термической обработки на различных режимах, подвергнутых ионно-плазменному азотированию, что позволило выявить механизм взаимодействия карбидной фазы и твердого раствора в исследованных образцах при действии на них пульсирующих контактных напряжений и определить роль карбидной фазы в процессе структурных изменений в поверхностном слое металла при его изнашивании под действием пульсирующих контактных напряжений. Исследованы образцы сталей Р6М5, подвергнутые термической обработке на различных режимах (закалка от 1080-1200°C, отпуск до 560°C, с использованием УЗ и криогенной обработки). Исследованиями определено соотношение фаз (фазы на основе αFe , γFe , карбиды) и структура образцов в зависимости от режимов термической обработки, что в свою очередь определяет уровень показателей свойств.

Полученные результаты являются составной частью комплексных работ по разработке технологий, позволяющих производить инструментальную и технологическую оснастку из легированных сталей, подвергающихся контактному изнашиванию по заданной закономерности с сохранением функциональных параметров материала в процессе его эксплуатации и возможностью прогнозирования наработки на отказ.

УДК 621.74:669.13

Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;
Н.А. Свидуневич, проф., д-р.техн. наук
(БГТУ, г. Минск);
А.Т. Волочко, зав. отделом, д-р техн. наук;
(ГНУ «ФТИ НАН Беларуси»)
С.Н. Лежнев, доц., канд. техн. наук
(КГИУ, Республика Казахстан);
А.С. Раковец, асп.
Ю.Г. Рудько, студ. (БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО КОМПЛЕКСНЫМИ МОДИФИКАТОРАМИ, СОДЕРЖАЩИМИ НАНОУГЛЕРОДНЫЕ ДОБАВКИ

Разнообразные требования, предъявляемые к качеству и свойствам отливок, в совокупности с различием технологических схем их производства, обуславливают необходимость создания прогрессивных технологий повышения качества чугуна для отливок непосредственно в литейных цехах.

Одним из наиболее эффективных, гибких и универсальных методов воздействия на кристаллизацию с целью получения требуемой структуры графита и металлической матрицы, а, следовательно, и высоких свойств отливок является модифицирование.

На современном этапе состояние теории и практики использования смесевых модификаторов показывает необходимость для их изготовления применения новых материалов. Такими материалами могут явиться наноматериалы. В качестве эффективных нанодобавок повышенный интерес вызывают углеродные наноструктуры, вследствие уникальности их свойств и соответствующей возможности эффективного использования на практике. Следует отметить, что применение наномодификаторов мало изучено, хотя ввод наноразмерных частиц в расплав может при низком расходе модификатора дать значительный и длительный эффект. В связи с этим становится актуальной разработка наносодержащих модификаторов и технологий их ввода в расплав. На данном этапе направление наномодифицирования находится в зачаточной стадии и несомненно представляет большой научный и практический интерес[1-2].

При разработке комплексных модификаторов высокопрочного чугуна в рамках данной работы в качестве базового был выбран стан-

дартный модификатор для инокулирующего модифицирования высокопрочного чугуна.

В качестве наноуглеродных компонентов использовали фуллереносодержащую сажу. С целью обеспечения усвоения высокодисперсных углеродных частиц расплавом в качестве добавок в составе комплексного модификатора применяли прессованные алюминийкремниевые лигатуры, содержащие наноуглеродные компоненты [3].

Анализ структурного состояния полученных образцов показывает, что в при введении в расплав лигатуры, содержащей наноуглеродные компоненты, измельчаются графитные включения, повышается однородность размеров и равномерность распределения их по объему. Установлено, что использование наноуглеродных компонентов в составе модификатора позволяет в 2 раза уменьшить количество используемого сфероидизирующей составляющей для высокопрочных чугунов при сохранении эффекта модифицирования и уровня показателей прочностных и пластических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мищенко С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С.В. Мищенко. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
- 2 Писаренко, Л.З. Модификатор длительного действия/ Л.З.Писаренко, Н.А. Свидуневич, Д.В. Куис// Литье и металлургия. – 2006. – №2. – С.84-90.
- 3 Волочко, А.Т. Формирование структуры и свойств композитов, полученных при обработке алюминиевого расплава лигатурами, содержащими стеклоподобные углеродные частицы / А. Т. Волочко, А.А.Шегидевич, Д.В. Куис // Композиты и наноструктуры. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 2–13.

УДК 537.525.7:621.762

С.И. Карпович, доц., к.т.н., (БГТУ)

Л.А. Рапинчук, гл. механик

(Новогрудский лесхоз)

С.С. Карпович, к.т.н., (БНТУ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОЖЕЙ РУБИЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ЗАГОТОВКЕ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

Эффективность режущего инструмента на практике оценивают в первую очередь по его стойкости. Критериями стойкости являются время, в течении которого инструмент выполняет свои функции с заданными параметрами, объем выпущенной продукции и другие параметры. При заготовке топливной щепы стойкость инструмента определяется кубометрами переработанного сырья. На износ инструмента влияют многие факторы, в том числе свойства инструментального и обрабатываемого материала, режимы резания, геометрия режущей кромки, коррозионная стойкость, антифрикционные свойства и другие показатели.

Особое значение на величину и характер износа оказывает тепловой баланс в зоне резания и направление тепловых потоков. Теплопроводность инструментальных сталей в сравнении с теплопроводностью древесины сосны при комнатной влажности отличается в 110-320 раз в зависимости от направления волокон - вдоль, поперек.

Несмотря на небольшую твердость и прочность древесины в сравнении с металлом, износ дереворежущего инструмента происходит с непропорционально большей интенсивностью. Это различие можно объяснить влиянием теплового износа: дереворежущий инструмент выполняет роль теплоотводного канала из зоны стружкообразования. Проведенные в БГТУ исследования показали, что температура на поверхности режущего клина, зафиксированная с помощью микротермопар составляет 800°-900°С. Из режимов резания наибольшее влияние на тепловой баланс резания оказывает скорость резания и величина заднего угла. При скоростях резания свыше 30 м/с темп увеличения температуры дереворежущего инструмента замедляется.

С учетом этих факторов изготовлен опытный комплект ножей в количестве 10 единиц из стали 45Х2Н4МФ с твердостью HRC = 53-55 и проведены испытания на стандартных режимах по технологии ипе-

реработки, применяемой в Новогрудском лесхозе. Испытания проводились в сравнительном плане с оригинальным инструментом на установке фирмы «JensHem 561» в осенний период 2018 года.

В процессе эксплуатации производилась периодическая правка ножей лепестковым кругом с использованием пневмоболгарки без их снятия с рубильной машины. Количество подточек зависит от состояния перерабатываемого сырья и определялась оператором. При этом зафиксировано снижение расхода топлива, уменьшение шумового фона, что свидетельствует о снижении нагрузки на двигатель, узлы и агрегаты рубильной машины, и в совокупности увеличивает срок эксплуатации дубильной машины. При режиме применения подточек без снятия ножей с рубильной машины объем переработанной древесины составил 3 тысячи кубометров плотной древесины. После переработки этого объема ножи снимались с рубильного барабана, производилась их заточка на стационарной установке и повторно устанавливались на рубильную машину с другим прижимом для продолжения их эксплуатации.

В результате суммарный объем переработанной древесины одним комплектом рубильных ножей составил 6 тысяч кубометров древесины. При работе без подточек, до полного затупления ножей обычно объем перерабатываемой древесины составляет 600-1000 м³ древесины.

Периодическая правка рубильных ножей в процессе эксплуатации без их снятия с рубильного агрегата существенно увеличивает ресурс инструмента и улучшает условия эксплуатации рубильных установок в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины. Минск: Выш. шк., 1975. 303 с.
2. Карпович С. С., Пискунова О. Ю., Карпович С. И. Рациональные схемы заточки лезвийного инструмента с упрочняющим покрытием // Труды БГТУ. 2016. № 2: Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 311-314.
3. Моисеев А. В. Комплексные исследования явлений, вызывающих износ дереворежущего инструмента // Механическая технология древесины. 1974. вып. 4. С. 126-136.

УДК 621.73.043.016.762.4

С.С. Карпович, доц., канд. техн. наук (БНТУ, г. Минск);
В. Б. Левитан, инж. (ОАО «Сталекс»);
А.С. Раковец асп.;
С.И. Карпович, вед. науч. сотр. (БГТУ, г. Минск).

СТРУКТУРА СВАРНОГО ШВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

Стоимость инструмента в основном определяется сложностью его конструкции, технологией изготовления, стоимостью инструментального материала. К инструментальным материалам предъявляются определенные требования – в первую очередь обеспечивать высокую твердость и в то же время иметь достаточно высокие показатели на изгиб и удар. Оптимальное соотношение этих показателей в инструменте можно достичь за счет применения биметаллических заготовок при его изготовлении.

Особенностью инструмента является то, что высокие требования предъявляются только к рабочей зоне. Рабочая часть инструмента должна иметь высокую твердость, хорошую износостойкость, и достаточные показатели при испытаниях на изгиб, удар. Корпус инструмента может обеспечивать своё функциональное назначение при изготовлении из более дешёвых углеродистых и низколегированных сталей.

Применение биметаллических заготовок позволяет снизить стоимость деталей машин, инструментов. Инструментальные материалы имеют более высокую стоимость, и их экономия ведёт к повышению эффективности производства.

Биметаллические изделия такие как полосы, листы изготавливают прокаткой. Соединение разнородных по химическому составу заготовок обеспечивает и сварка взрывом.

Взрывчатые вещества имеют определенный срок хранения, после которого производят их утилизацию. Использование их для сварки взрывом самый экономичный способ ликвидации взрывчатых веществ.

Принципиально сварка взрывом применяется для соединения заготовок с плоской поверхностью и профильной — выпуклой, вогнутой и т. д.

Качество сварного соединения обеспечивает структура и в конечном случае свойства шва.

Для изучения строения шва при сварке взрывом были проведены опыты на стальную заготовку из стали 35 размерами 100x250 мм.

толщиной 8 мм. был приварен лист из стали 9ХС толщиной 1 мм. Поверхность заготовки из стали 35 перед сваркой зачищалась абразивным кругом. После сварки из заготовки вырезались образцы и изготавливались микрошлифы. На рис. 1 показан микроструктура сварного соединения без термической обработки.

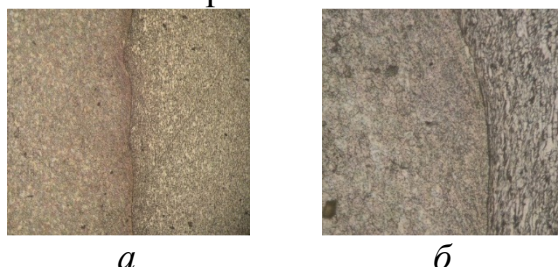


Рисунок 1 – Микроструктура сварного соединения без термической обработки: *a* – $\times 100$; *б* – $\times 500$

На микрошлифах четко видна граница соединения без видимых дефектов. В прозрачных зонах как углеродистой, так и легированной стали металл имеет темное зерновое строение. Зерна вытянуты вдоль шва, в направлении течения металла. По мере удаляется от поверхности соединения. Размер зерен увеличивается и зерна феррита приобретают округлое сечение. По строению шва можно сделать вывод, что максимальная степень деформации деталь происходит в зоне шва.

На рисунке 2 приведена микроструктура образца из той же заготовки после термообработки. Образец нагревался в муфельной печи до температуры 850°C и после выдержки охлаждался в воде.



Рисунок 2 – Микроструктура сварного соединения после термической обработки: *a* – $\times 100$; *б* – $\times 500$

После травления реактивом 4% азотной кислоты в спирте непосредственно зона шва обретет темный оттенок, что можно объяснить более низкой химической стойкостью металла в контактной зоне. По мере удаления от шва зернистость возрастает как для углеродистой стали, так и легированной. Зерна ферритно-перлитной смеси в результате нагрева приобретает равноосное строение.

Выводы: по всем внешним признакам и по микроструктуре сварного шва сварка взрывом обеспечивает хорошее качество соединения.

УДК 628.393.614.8

Г.И. Касперов, доц., канд. техн. наук
А.В.Байдук, студентка 3курса
(БГТУ, г.Минск)

В.Е.Левкевич, доц., д-р. техн. наук
(БНТУ, г.Минск)

В.А. Мильман, канд. физ.-мат. наук
(ОИПИ НАН Беларуси, г.Минск)

НАТУРНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОДОЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Выполненный анализ научных и литературных источников показал, что на территории Беларуси ежегодно регистрируется аварийные ситуации сопровождающиеся загрязнением водных объектов. При этом установлено, что при авариях вблизи водных объектов, масштабы имеют большие площади распространения. Надо также помнить, что загрязнение источников питьевой воды, ухудшение ее качества представляют большую опасность для здоровья человека, нередко являясь причиной возникновения инфекционных заболеваний. Тенденция роста числа таких аварий зависит от ряда факторов и условий, что исключает возможности их детального прогноза. В докладе рассматриваются результаты натурных обследований водоемов технического назначения, выполненных по ГПНИ «Информатика, космос и безопасность» в 2018 году. В исследованиях участвовали работники Белорусского государственного технологического университета, Белорусского национального технического университета, Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь. Водоемы рассматривались, как источники опасных техногенных процессов и явлений.

При натурных обследованиях технического состояния гидротехнических сооружений (ГТС) 14 водоемов было установлено, что основным фактором, образующим риск возникновения ЧС на водоемах ввиду долгосрочной эксплуатации большей части ГТС является старение. Основными признаками старения системы плотина-основание являются:

- возобновление осадки, горизонтальных перемещений плотины и каньона;
- увеличение фильтрационных расходов и пьезометрических напоров;

- увеличение немонолитности рабочего профиля плотины вследствие дополнительного раскрытия швов, трещинообразования, перераспределения напряжений;

- коррозионные процессы в бетоне, связанные с уменьшением его прочности, коррозионной стойкости;

- нарушение нормальной работы элементов защиты плотин (цементационная завеса и дренажные устройства), приводящее к снижению надежности плотины за счет изменения действующих нагрузок и схемы работы сооружения (повышение градиентов напора, противодействия);

- разрушения в зонах попеременного замораживания-оттаивания бетона (зоны переменного уровня, поверхности водосбросов).

Проведенные обследования ГТС на водоемах технического назначения позволили оценить их техническое состояние. Проведена классификация выявленных повреждений и деформаций ГТС, определены наиболее распространенные повреждения, предложены мероприятия по профилактике аварий.

УДК 628.393.614.8

Г.И. Касперов, доц., канд. техн. наук
А.В.Байдук, студентка 3курса
(БГТУ, г.Минск)
В.Е.Левкевич, доц., д-р. техн. наук
(БНТУ, г.Минск)
В.А. Мильман, канд. физ.-мат.. наук
(ОИПИ НАН Беларуси, г.Минск)

БАЗА ДАННЫХ ВОДОЕМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ИХ СОСТОЯНИЯ

В настоящее время успешное функционирование любой структуры невозможно без развитой информационной системы, которая позволяет автоматизировать сбор и обработку данных. Обычно для хранения и доступа к данным, содержащим сведения о некоторой предметной области, создается база данных.

При создании структуры и состава базы данных технического состояния гидротехнических сооружений водоемов технического назначения были оценены существующие подходы к организации баз данных - иерархические и сетевые, а также современные подходы - реляционные и нереляционные системы. База данных была построена по многокомпонентной архитектуре и представлена удаленной системой управления баз данных PostgreSQL, в которой хранится вся информация. Доступ к базе данных осуществляется с помощью веб-сервера. Для работы с базой данных, а также отображением информации используется клиентское веб-приложение.

База имеет панель навигации, а также окно для отображения данных. Панель навигации состоит из следующих областей:

1. Карта, для отображения объектов;
2. Описание. Используется для отображения характеристик объекта. Представлено в виде таблицы.
3. Техническое состояние. Представляет собой фотогалерею обследованных гидротехнических сооружений водоемов технического назначения.
4. Методика обследований, Виды нарушений и методика оценки поражающих факторов используется для отображения соответствующих документов.

5. Сущности. Используется для добавления, удаления или изменения данных в базе данных.

6. Администрирование. Вкладка для администрирования системы. Включает: управление пользователями, метрики, состояние, настройки, аудит, логи, API.

7. Профиль. Вкладка для управления данными администратора, такие как имя пользователя, пароли и т.д.

Разработанная базы данных для ведения мониторинга состояния гидротехнических сооружений на водоемах технического назначения внедрены в практическую деятельность оперативно-тактических блоков Гродненского, Могилевского и Минского областных УМЧС Республики Беларусь, а также Житковичского РОЧС Гомельского областного УМЧС Республики Беларусь.

УДК631.6; 626.87

Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);

Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);

Абдешев К.Б., доктор PhD (ТарГУ г. Тараз)

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Промывки засоленных земель вызывают глобальные нарушения в природных балансах потоков вещества и энергии, существенно перераспределяют поверхностные и подземные стоки, вовлекая в современный геологический круговорот вековые запасы легкорастворимых солей почв. Поэтому в настоящее время существуют разные подходы для промывки засоленных почв, обеспечивающих выщелачивание солей до порога токсичности для сельскохозяйственных культур с применением результатов экспериментальных исследований и теоретических разработок на основе применения достижений фундаментальных наук к решению проблемы мелиорации сельскохозяйственных земель[1].

На основе теоретического предположения природного процесса «засоления - рассоления» почв, разработан способ промывки засоленных почв, включающий подготовку временных оросительных и дренажных сетей и чеков, глубокое мелиоративное рыхление почвы поперек дрен с чередованием рыхленных и не рыхленных полос одинаковой ширины, с последующей подачей воды в чеки в напорном режиме до полного увлажнения, затем подачу воды до работы в безнапорном режиме, отличающийся тем, что в чеках с нулевыми отметками нарезают временные оросительные сети с противоположной стороны чека и борозды с углублением в сторону центра чека, при этом подачу промывной нормы с помощью борозды проводят одновременно встречными струями с одинаковыми расходами, до столкновения друг с другом в центре чека, с последующим выравниванием слоя воды в борозде по фронту подачи воды [2; 3].

Производственные испытания разработанного способа промывки засоленных почв проводились на засоленных землях фермерских хозяйств «Досан» и «Рустем» Байзакского района Жамбылской области Республики Казахстан и результаты выращивания кукурузы на зерно после промывки в период 2013-2015 годах. При освоении засоленных почв (промывная и оросительная нормы) затраты воды для получения 1 тонны кукурузы на зерно при промывке с постоянной водоподачей в годы исследования изменяются от 3045-2978 до 1790-1692 метр куб, а при промывке с прерывистой водоподачей от 2356-2383 до 1306-1230 метр куб, которые показывают за счет

совершенствования технологии промывки возможности рационального использования водно-земельных ресурсов. Как показали результаты производственных испытаний технология промывки засоленных почв в условиях засоленных земель фермерских хозяйств «Досан» и «Рустем» Байзакского района Жамбылской области Республики Казахстан на основе «мягкого» управления гидрогеохимического процесса, где в основу положено понятие закономерности природных эволюционных почвенных процессов в той интерпретации, какая была изложена выше: почва как открытая система, обладает устойчивостью, саморегулированием и находится в поступательном динамическом равновесии. При этом принцип экологически безопасной технологии промывки засоленных почв основан на разумном дозировании и регулировании техногенных нагрузок на природную систему. Дозирование - регулирование нормы промывки во временном масштабе возможно при глубоком понимании законов природных процессов, определяющих сущность геологического круговорота воды и химических веществ и экологических ограничений, которые ставятся природой перед нашей деятельностью [4; 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж.С. Моделирование засоления и рассоления почвы [Текст] / Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Абдешев К.Б.-Тараз, 2013. – 204 с.
2. Мустафаев Ж.С. Способ промывки засоленных почв (Авторское свидетельство №49476) [Текст] / Мустафаев Ж.С., Исабай С.И., Козыкеева А.Т., Сагаев А.А., Калманова Г. // Бюллетень.- Астана, 2014.- №12.- 2 с.
3. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Карлыханов Т.К., Абдешев К.Б. Способ промывки засоленных почв (Патент РК, № 29219) [Текст] // Бюллетень.- Астана, 2014.- №12.- 2 с.
4. Мустафаев Ж.С. Экологически безопасная технология промывки засоленных земель [Текст] / Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдешев К.Б. // Научные труды СКФНЦСВВ «Перспективные технологии и сортименты в содоводстве».- Краснодар, 2018.- С. 103-111.
5. Мустафаев Ж.С. Экосистемные технологии промывки засоленных земель как фактор обеспечения устойчивости ландшафтных систем [Текст] / Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдешев К.Б. // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Социально-экономическая эффективность использования земельных ресурсов в аграрной сфере экономики Республики Башкортостан: современное состояние и пути повышение».- Уфа, 2018.- С.305-311.

УДК 551.58

Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук(КазНАУ, г. Алматы);
 Адильбектеги Г.А., канд. географ. наук (ЕНУ, г.Астана)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

В реализации продовольственной программы Республики Казахстан, важное место занимает проблема экологической оценки продуктивности ландшафтных системы для рационального использования всех природных ресурсов этой или иной территории, среди которых ведущая роль принадлежит климату. Решение этой актуальной проблемы связано с разработкой эффективных методов детальной оценки экологических и агроклиматических ресурсов с использованием показателей климата.

Агроклиматические ресурсы, под которыми понимают совокупность агроклиматических условий, определяющих продуктивность почвенных и растительных покровов, характеризуются определенными свойствами. Они относятся к числу тех немногих видов природных ресурсов, которые постоянно возобновляются, доступны человеку для исследования и не приводят к ухудшению природной среды.

Все процессы, протекающие в организмах или их сообществах, связаны с использованием энергии, с преобразованием ее из одного вида в другой и с ее неизбежным рассеянием. При этом продуктивность или интенсивность биологического процесса в ландшафтах, во многом определяется значением коэффициента использования свободной энергии ($\eta_{ЭН}$) системой данного трофического уровня, в которую он входит [1]:

- продуктивность растений может быть определена по условию [2]:

$$ПУ = R \cdot \eta_{ЭН} / C,$$

где $ПУ$ – потенциальная продуктивность растений; C - калорийность единицы урожая органического вещества; $\eta_{ЭН}$ - коэффициент использования свободной энергии [3]: $\eta_{ЭН} = k_{ФАР} / 100$, здесь $k_{ФАР}$ - коэффициент использования растениями активной фотосинтетической радиации;

- энергия, затрачиваемая на почвообразование [4]:

$$Q_i = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}),$$

где Q_i - энергия, затрачиваемая на почвообразование, кДж/см²; α_o - коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы;

Продуктивность растительного сообщества ландшафтов ($ПУ$) зависит не только от энергетических ресурсов природной системы (R) и коэффициента использования свободной энергии ($\eta_{ЭН}$), а также от коэффициента влагообеспеченности территории ($\eta_в$), то есть [3]:

$$V_i = ПУ \cdot \eta_в = (R \cdot \eta_{ЭН} / C)(1/\bar{R}),$$

где V_i - экологическая продуктивность растительного сообщества с учетом естественной влагообеспеченности ландшафтов.

В природной системе принцип энергетической сбалансированности тепла и влаги наблюдается в природных условиях, где радиационный индекс сухости (\bar{R}) равен 1.0, то есть в качестве критерия уровня принять их лимит в пределах 0.9-1.0 [3]. Тогда, потенциально возможная энергия, затраченная на почвообразовательный процесс (Q_n), может быть определена по выражению [3]:

$$Q_n = R \cdot \exp(-0.9 \cdot \alpha_0).$$

Таким образом, экологическая продуктивность ландшафтов ($K_э$) определяется соотношением осредненных индикаторных величин, как коэффициент продуктивности растений (K_p) и почвы (K_n):

$$K_э = K_p \cdot K_n,$$

где K_p - коэффициент, характеризующий экологическую продуктивность растительного сообщества: $K_p = V_i / ПУ$, где K_n - коэффициент, характеризующий экологическую продуктивность почвы: $K_n = Q_i / Q_n$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев А.М. Развитие, преобразование и охрана природной среды [Текст]/Алпатьев А.М. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 240 с.
2. Шатилов И.С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая [Текст]/ Шатилов И.С., Чудновский А.Ф.-Л.: Гидрометеиздат, 1980.- 320 с.
3. Мустафаев Ж.С. Экологическая оценка продуктивности ландшафтов бассейна реки Шу: Аналитический обзор [Текст]/ Мустафаев Ж.С., Адильбектеги Г.А., Сейдуалиев М.А.- Тараз, 2004. - 80 с.
4. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст]/ Волобуев В.Р. - М., Наука, 1974. - 128 с.
5. Шашко Д.И. Учитывать биоклиматический потенциал [Текст]/ Шашко Д.И. // Земледелие, 1985. - №4. - С. 19-26.

УДК631.6; 626.87

Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
Жатканбаева А.О., доктор PhD (ТарГУ г. Тараз)

КОНТУР И ОБЪЕМ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

При разработке режимов капельного орошения основополагающим моментом является изучение формирующихся контуров увлажнения и объемов вылитой воды под отдельный куст растений.

Контур и объем увлажнения изучались на опытном участке №2, применялись специальные ящики лизиметры. В 2012 и в 2013 годах контур и объем увлажнения сероземных почв под каждое растение томата изучалось при подаче воды как одной, так и двумя капельницами под куст при предполивной влажности 70, 80, 90 % от НВ. В 2014-2015 годах изучение проводилось при предполивном пороге влажности почв 70% НВ т.к. она была оптимальным предполивым порогом влажности, чем 80, 90 % от НВ[1].

Результаты исследований показали, что объем увлажняемого слоя под один куст колебался в зависимости от числа капельниц и от предполивной влажности почвы. При орошении двумя капельницами эти показатели оказались несколько больше и соответственно по вариантам 2б, 2г и 2ж в среднем составили 0,04; 0,043; 0,045 м³/куст. Объем увлажняемого слоя почвы увеличивался по мере увеличения числа капельниц под один куст и предполивной влажности почвы. Это объясняется тем, что при подаче воды двумя капельницами, увеличивается контур увлажнения почвы, что соответственно приводит к увеличению объема увлажняемого слоя почвы. Кроме того, по мере повышения предполивого порога влажности увеличивается частота полива, что также приводит к увеличению объема увлажнения. Продолжительность увлажнения расчетного слоя почвы мы рассматривали в зависимости от порога предполивной влажности почвы и от числа капельниц под один куст томатов. Так при подаче воды под один куст, с порогом предполивной влажности 70% НВ (вариант 2а) 50 см слоя почвы увлажняется в среднем за 210 минут, а при подаче воды с двумя капельницами (вариант 2б) она составляла 150 минут.

При поливе с порогом предполивной влажности 80% НВ (вариант 2в) при подаче воды одной капельницей продолжительность по-

лива составило в среднем 185 минут, а при подаче с двумя капельницами (вариант 2г) она составила в среднем 135 минут, соответственно на варианте 2д и 2ж они составили 145 и 110 минут.

На продолжительность полива оказывает влияние расход капельниц. Подача воды с двумя капельницами, имеющий суммарный расход 2,4 л/час, способствовал сокращению продолжительности поливов, в среднем на 40-50 минут, чем при подаче одиночной капельницы, имеющий расход 1,2 л/час.

Результатами исследований установлено, что при поливе на суглинистых почвах среднего механического состава орошения как при одной, так и при двух капельницах образуются контуры увлажнения аналогичной конусообразной формы (рисунок 1).

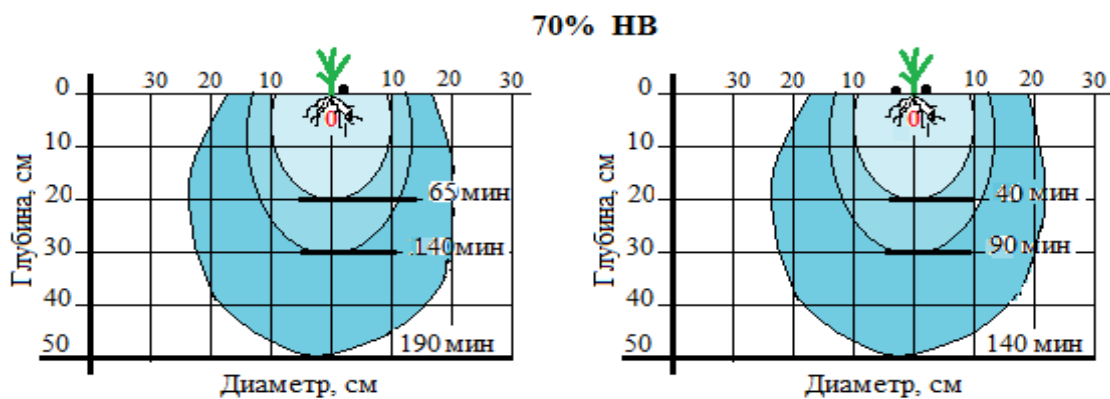


Рисунок 1 – Контурсы увлажнения почвы при капельном орошении томата (2015 год)

Контур увлажнения расчетного слоя почвы у одного куста томата по вариантам опыта практически не увеличился, однако наблюдалось, некоторые увеличение контура увлажнения по мере повышения порога предполивной влажности почвы и число капельниц под один куст томата.

Установлено что, продолжительность полива влияет на глубину увлажнения. Чем больше продолжительность полива, тем больше глубина увлажнения. Увеличение числа капельниц на один куст томата приводит к сокращению времени полива, но увеличивает поливную норму.

Таким образом, томаты следует поливать по схеме одна капельница на один куст с предполивной влажностью почвы в пределах 70% от НВ.

УДК631.6; 626.87

Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);

Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);

Жусупова Л. К., магистр (КГУ, г. Кызылорда)

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВОЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

В настоящее время естественные засоленные земли и вторичные засоленные орошаемые земли являются основной причиной и механизмом потери плодородия почвы, которые приводят к нарушению динамического равновесия экосистемы, которые оказывают техногенное давление на экономику и благосостояние общества. Поэтому важным направлением в повышении продуктивности засоленных земель является разработка системы оперативного управления гидрогеохимическими параметрами почвы с помощью гидротехнических и агротехнических приемов, которые выполняются в процессе их освоения для возделывания сельскохозяйственных культур в соответствии с их биологическими особенностями.

В природной системе при освоении засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных земель их объекты воздействия, то есть почва и почвообразовательный процесс в целом, экологически неустойчивы и поэтому требуется разработка комплекса управляющих мероприятий с целью оптимизации их функционирования, то есть перевода их в режим динамически устойчивого развития с набором известных по способу, методу, интенсивности и времени корректирующих воздействий [1].

Формирование и функционирование почвенного и растительного покрова в пустыне и полупустыне характеризуются двумя параметрами, то есть почвенный покров формируется в процессах влаго- и солепереноса, характеризующие испарительную особенность геохимического барьера, приводящий к процессу засоления, а растительный покров – биомассой и видовым разнообразием на основе закона генетического разнообразия [1]. При этом следует отметить, что в условиях ритмического колебания климата в природе наблюдается естественный процесс рассоления и засоления, что в определенной степени оказывает влияние на количественный состав и структуру видового растительного покрова засоленных почв. В процессе рассоления почв в естественных условиях, более солеустойчивые растительные сообщества уступают место более солечувствительным растительным сообществам. Следовательно, при засолении почвы, более

солечувствительные растительные сообщества уступают место более солеустойчивым растительным сообществам [2].

Таким образом, на основе законов природы и отмечая наличие прямых и обратных связей в почве можно поставить вопрос о саморегулировании и рассматривать почву как объект саморегулирования, и использовать их для разработки экологического чистого способа освоения засоленных земель для сельскохозяйственного производства. Это послужило основанием для организации научного поиска и разработки принципиально новых решений по теоретическому обоснованию необходимости и возможности освоения засоленных земель, которые базируются на теоретической экологии, почвоведении, биологии и мелиорации, а также эволюционных процессов в природной системе [2].

На основе предложенного подхода разработан способ освоения засоленных земель, включающий подготовку временной оросительной и дренажной сетей и чеков, глубокое мелиоративное рыхление почв поперек дрен с чередованием рыхленных полос с одинаковой шириной с последующей подачей промывной воды в чеки, *отличается* тем, что освоение засоленных земель проводится в двух симметричных и параллельно-последовательных действиях по времени в годовых интервалах с рассолением засоленных почв до определенного допустимого уровня с подачей промывной нормы, с учетом экологических требований природообустройства и классификации засоленных почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур от очень сильнозасоленных до сильнозасоленных, от сильнозасоленных до средnezасоленных, от средnezасоленных до слабозасоленных и от слабозасоленных до незасоленных с последующим возделыванием соответствующих им солеустойчивых культур: очень устойчивые – устойчивые – среднеустойчивые – среднечувствительные – чувствительные [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж.С. Экосистемное обоснование способов освоения засоленных земель [Текст] / Мустафаев Ж.С., Кирейчева Л.В., Козыкеева А.Т., Жусупова Л.К. // Агрэкология, 2015.-№2(4).- С.4-9.
2. Мустафаев Ж.С. Способ освоения засоленных земель (Патент РК, № 31836) [Текст] / Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Карлыханов Т.К., Жусупова Л.К. // Электронный бюллетень, 2017.-№3.- 3 с.

УДК 556(470.57)

Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук(КазНАУ, г. Алматы);
Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук(КазНАУ, г. Алматы);
Даулетбай С.Д.,ст.преп.,магистр (ТарГУ, г.Тараз)
Таженова А.И., магистрант (КазНАУ, г. Алматы)

МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДОСБОРА БАССЕЙНА РЕКИ ШУ

Прогрессивное вовлечение и освоение ресурсного потенциала обширных территорий (в нашем случае водосборов), усиление на них техногенного воздействия и нарушение взаимосвязей между природными компонентами в геосистемах вызвало достаточно напряженное экологическое состояние на территории Центральной Азии, в том числе в бассейне трансграничной реки Шу. Анализ состояния земельных угодий водосборов бассейна реки Шу, выполненный многими учеными, показывает ухудшение их экологической устойчивости, где основными процессами, влияющими на состояние сельскохозяйственных угодий водосборов, являются техногенное загрязнение почв. Поэтому для решения экологических проблем важно: рассматривать и изучать водосборы в виде геосистем определенного ранга, включающих взаимообусловленный набор компонентов и развивающихся как единое целое; разрабатывать модели, описывающие основные процессы функционирования водосборов с возможно большим набором параметров, учитывающих изменения компонентов геосистем водосборов.

Основной причиной деградации сельскохозяйственных угодий в бассейне реки Шу является недостаточность знаний о закономерностях, определяющих взаимодействие природных и антропогенных факторов, способствующих формированию нежелательных процессов при вмешательстве в функционирование экосистем – одно из главных препятствий на пути к обоснованию экологически и экономически эффективных мероприятий, повышающих их устойчивость.

В зависимости от специфики определяющих факторов при обосновании необходимости комплексного обустройства водосбора речных бассейнов все геоэкологические ограничения можно сгруппировать в четыре основные группы [1]: климатические [2], геолого-геоморфологические, гидрологические [3] и ландшафтные [4]. На основании обобщения результатов исследований в водосборных бассейнах Таналык, выполненные А.Р. Хафизовым и Д.Н. Кутлияровым [5], а также моделей техноприродных процессов, разработанным Ж.С. Мустафаевым

[2], разработана обобщенная модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу.

Модель устойчивого функционирования катен водосборов реки Шу позволяет разработать мелиоративные режимы, увеличивающие продуктивность водосборов при сохранении или, при необходимости, повышении их экологической устойчивости, то есть обосновать водные мелиорации при комплексном обустройстве водосборов, которая состоит из трех блоков основанных взаимосвязанных подсистем: природная (неуправляемая), антропогенная подсистема (управляемые факторы) и управленческая. При этом модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу с геоэкологическими ограничениями отличаются от модели устойчивого функционирования водосбора реки Таналык [5], тем что в информационно-аналитический блок включают модель тепло-и влагообеспеченности, продуктивности ландшафтов, почвенно-мелиоративной устойчивости и стабильности и мелиоративного режима почвы, а также экологическое обоснование нормы водопотребности и оценка экологической устойчивости гидроагроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлова И.В. Учет геоэкологических ограничений при территориальном планировании оросительных мелиораций [Текст] / Орлова И.В. // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, 2014.- №1(13).- С. 147-157.

2. Мустафаев Ж.С. Экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст] / Мустафаев Ж.С.- LFMBER-TAcademicPublishing, 2016.-378 с.

3. Бикбулатова Г.Г. Гидролого-мелиоративные закономерности территориального распределения ресурсов местного стока на территории Западной Сибири и мелиоративные аспекты его использования (на примере Омского Прииртышья) [Текст] / Бикбулатова Г.Г.: автореферат дис...канд.с-х. наук: 06.01.02.- Омск, 2006.- 16 с.

4. Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов (научный обзор) [Текст].-Новочеркасск: ФГНУ «РосНИИПМ», 2011.- 71 с.

5. Кутляров Д.Н., Хафизов А.Р. Модель устойчивого функционирования водосбора реки Таналык // Достижения науки и техники АПК, 2009.- №2.- С. 49-51.

УДК 551.58

Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Адильбектеги Г.А., канд. географ. наук (ЕНУ, г. Астана)

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Для количественной оценки биоклиматического потенциала ландшафтов природной системы, то есть формирования продукционного процесса растительного и почвенного покровов в ландшафтных системах использованы климатический индекс биологической продуктивности ландшафтов Д.И. Шашко (B_K) [1] и энергия, затрачиваемая на почвообразование, определяемая по формуле В.Р. Волобуева (Q_i) [2].

Влияние на биологическую продуктивность ландшафтов тепла и влаги выражается относительными величинами биоклиматического потенциала природной системы, то есть через климатический индекс биологической продуктивности растительного покрова ландшафтов Д.И. Шашко [1]:

$$B_K = K_{p(кy)} \left[100 \cdot \sum t > 10^{\circ} C / \sum t > 10^{\circ} C_o \right],$$

где B_K - климатический индекс биологической продуктивности растительного покрова ландшафтов; $\sum t > 10^{\circ} C$ - сумма средних суточных температур воздуха выше $+10^{\circ} C$, отражающая поступление солнечной энергии и теплообеспеченности ландшафтов; $\sum t > 10^{\circ} C_o$ - сумма средних суточных температур воздуха выше $+10^{\circ} C$, равных начальной зоне формирования стока речных бассейнов, равная $1000^{\circ} C$; $K_{p(кy)}$ - коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения, представляющий собой отношение продуктивности при данных условиях влагообеспеченности к максимальной продуктивности в условиях оптимальной влагообеспеченности и определяется по формуле [1]:

$$K_{p(кy)} = 1.15 \cdot \lg(20 \cdot Md) - 0.21 + 0.63 \cdot Md - Md^2,$$

где $Md = O_c / \sum d$ - показатель увлажнения, когда количественное значение показателя увлажнения будет равно в пределах $Md = 0.50 \div 0.60$,

величина коэффициента роста $K_{p(кy)} = 1.0$ [1]; $\sum d$ - сумма дефицита влажности воздуха биологически активного периода года, мб; O_c - атмосферные осадки, мм;

Биоклиматический потенциал, выраженный в баллах, является интегральным показателем и служит основным показателем для оценки агроклиматической значимости климата и приблизительно отображает биологическую продуктивность зональных типов почв, так как урожайность зависит от плодородия почвы и характеризует благоприятность климата [1], что дает возможность определить потенциальное значение климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова при $K_{p(кy)} = 1.0$:

$$B_{кп} = \left[100 \cdot (\sum t > 10^{\circ} C / \sum t > 10^{\circ} C_o) \right].$$

При этом отношение климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова (B_k) к потенциальному значению климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова природной системы при $K_{p(кy)} = 1.0$ ($B_{кп}$), то есть $K_{\bar{p}} = B_k / B_{кп}$, являются показателями климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова.

Таким образом, климатический индекс биологической продуктивности ландшафтов (K_l) определяется соотношением таких осредненных индикаторных величин, как показатель продуктивности почвенного покрова (K_n) и показатель климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова ($K_{\bar{p}}$): $K_l = K_{\bar{p}} \cdot K_n$.

Таким образом, разработанная модель экологической оценки продуктивности ландшафтов позволяет, во-первых, придать количественные значения качественным изменениям ареалов; во-вторых, моделирование трансформации природных систем при изменении климата; в-третьих, ландшафтно-экологическое районирование природных систем бассейна рек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шашко Д.И. Учитывать биоклиматический потенциал [Текст]/Шашко Д.И. // Земледелие, 1985. - №4. - С. 19-26.
2. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст]/ Волобуев В.Р. - М., Наука, 1974. - 128 с.

УДК 502.656

Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Ескермесов Ж.Е., магистр (ТарГУ, г. Тараз)

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРОАГРОЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ СЫРДАРЬИ

Для оценки уровня техногенного нарушения природной системы

речных бассейнов, можно использовать показатели, характеризующие отношения использования природных ресурсов и изменения их компонентов в системе природопользования [1; 2]:

- при агротехническом освоении территории: $K_f = F_i / F$, где F_i - площадь освоенной территории, га; F - площадь природных или полуприродных экосистем, га;

- при мелиорации сельскохозяйственных земель:
 $K_o = (O_p^{\phi} - O_p^n) / O_p^n$, где O_p^{ϕ} - фактическая оросительная норма или удельный водозабор, м³/га; O_p^n - почвенно-экологическая допустимая норма орошения, обеспечивающая оптимальное соотношение тепла и влаги в конкретных природно-климатических зонах, м³/га;

- при использовании водных ресурсов: $K_b = (Q_b - Q_c - Q_p) / Q_b$, где Q_b - располагаемые водные ресурсы бассейна рек, км³ или м³/с; Q_c - санитарный попуск, обеспечивающий экологическую устойчивость в низовьях бассейнов рек, км³ или м³/с; Q_p - объем водозабора для нужды промышленных предприятий и сельскохозяйственных организаций, км³ или м³/с;

- при оценке изменений гидрохимического режима воды:
 $K_c = (C_i - C_e) / C_e$, где C_e - естественная минерализация воды рек до антропогенной деятельности человека, г/л; C_i - минерализация воды рек, в процессе антропогенной деятельности человека, г/л.

- при сбросе в водисточник возвратных вод: $K_d = (Q_{dp} / Q_b)$, где Q_{dp} - коллекторно-дренажные и сточные воды, км³ или м³/с.

- при оценке гидрохимического режима орошаемых земель:
 $K_s = (F_s / F_i)$, где F_s - площадь малопродуктивных засоленных земель, га.

Таким образом, показатель характеризующий темпы использования природных ресурсов в определенной степени дает возможность определить степень изменения природной системы, тогда приближенные значения коэффициента, характеризующего уровень техногенного нарушения гидроагроландшафтов, можно определить по формуле:

$$K_m = \sum_{i=1}^n K_i / n ,$$

где n - количество компонентов природной системы, принятых для определения уровня техногенных нарушений природных систем.

Для оценки уровня техногенного нарушения природной системы, можно использовать обобщенный показатель K_{mn} , который определяется по формуле [1; 2; 3]:

$$K_{km} = 1 - \sqrt{\frac{n}{\prod_{i=1}^n K_i^i}},$$

где $K_i^i = \exp(-K_i)$ - относительные значения уровня техногенных нарушений природного объекта.

На основе представленных критериев оценки техногенных нагрузок гидроагроландшафтных систем, можно отметить, что гидроагроландшафтные системы в низовьях реки Сырдарьи начиная с периода интенсивного освоения относятся к напряженной техногенной нагрузке на природную систему (невосстановительная реакция природной системы), которые привели к значительным изменениям гидроагроландшафтов и общему ухудшению среды обитания человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж.С. Математическая модель расчетного мониторинга агроландшафтов [Текст]/ Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д.. – Тараз, 2009. – 136 с.
2. Мустафаев Ж.С. Оценка уровня техногенных нагрузок на природную систему в низовьях реки Сырдарьи [Текст]/ Мустафаев Ж.С., Умирзаков С.И., Козыкеева А.Т., Ахметов Н.Х.// Сборник научных трудов КазНИИВХ / Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве.- Тараз: ИЦ»Аква», 2001.- том. 38.- выпуск 2. -С. 132-136.
3. Щедрин В.Н. Эколого-экономические аспекты обоснования мелиорации [Текст]/ Щедрин В.Н., Гузыкин Д.С. // Мелиорация и водное хозяйство. - М.: 1993.- №2. -С. 9-11.

УДК631.6; 626.87

Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук;
Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук;
Тастемирова Б.Е., докторант PhD (КазНАУ, г. Алматы)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СТОКА ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ТОБЫЛ

Водообеспеченность отраслей экономики в Северном Казахстане во многом зависит от формирования водных ресурсов в пределах Российской Федерации. Современное развитие науки и техники предполагает наличие комплексного подхода к решению многих проблем в области сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек. При изучении водных объектов трансграничных рек такой подход в большинстве случаев невозможен без учета их гидрологического и гидрохимического режимов формирования геостока реки. Именно на основе изучения гидрологического и гидрохимического режимов стока реки возможно комплексное и рациональное использование и охраны водных ресурсов Северного Казахстана в водосборах бассейна реки Тобыл.

Концентрации загрязняющих веществ в водах в водосборе бассейна реки Тобыл, проведенной в пространно-временном масштабе, начиная с зоны формирования стока (гидрологический пост - село Гришенка) до устья реки (гидрологический пост - город Костанай) позволили определить направленности и интенсивности их загрязнения главными ионами (Cl, SO_4), биогенными элементами (NH_4, NO_2, NO_3) и тяжелыми металлами (Cu, Zn). Как видно из таблицы 1 воды в водосборе бассейна реки Тобыл в основном загрязнены тяжелыми металлами (Cu, Zn), сульфатами (SO_4) и нефтепродуктами, что требует необходимости учитывать при разработке природоохранных мероприятий.

При известных среднегодовых расходов воды в реке и наличии данных о содержании загрязняющих веществ в воде (таблица 1) расчет массы загрязняющих веществ, мигрирующих с речным стоком в течение года, можно определить по следующей формуле: $M = 31.536 \cdot C \cdot Q$, где M - масса загрязняющих веществ, мигрирующих с речным стоком, т/год; C - концентрации загрязняющих веществ в воде, мг/л; Q - среднегодовой расход воды в реке по гидрологический пост, м³/с; - 31,536 – коэффициент приведения к единой размерности.

Источниками загрязняющих веществ водосбора бассейна реки Тобыл являются сильно развитое промышленное производство, то есть промышленные и коммунально-бытовые стоки промышленных и населенных пунктов. Согласно проведенным в таблицах 2 данным можно констатировать, что в 1990-2000 годах от створа села Гришенка до города Костаная наблюдается снижение масс загрязняющих веществ, в 2000-2005 годах - нарастание и 2005-2012 годах - некоторое снижение. При этом наибольшая масса загрязняющих веществ, транспортируемых реки Тобыл состоит из главных ионов, которые достигают до 92,5 %.

Гидрохимическая оценка качества воды водосбора бассейна трансграничной реки Тобыл показала наличие загрязнения антропогенного происхождения и гидрохимический режим реки подвержен изменениям сезонного колебания состава воды. Для более детального обнаружения источника загрязнения необходимо продолжения исследований на территории Республики Казахстан и Российской Федерации для выявления источника загрязнения и техногенных нагрузок в водосборе бассейна трансграничной реки Тобыл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлибаев М.Ж. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана [Текст]/ Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Сокальский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Симернова Д.А., Ефимонко А.В., Милюков Д.Ю..- Алматы: Канагат, 2014.- том 1. – 742 с.
2. Бурлибаев М.Ж. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана [Текст]/ Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Искаков Н.А., Кудеков Т.К., Базарбаев С.К..- Алматы: Канагат, 2003.- 723 с.
3. Базарбаев С.К. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов [Текст]/ Базарбаев С.К., Бурлибаев М.Ж., Кудеков Т.К., Муртазин Е.Ж. - Алматы: Канагат, 2002.- 196 с.

УДК 338.46: 631.6

Мустафаев Ж.С., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Козыкеева А. Т., проф., д-р техн. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Мустафаев К.Ж., канд. экон. наук (КазНАУ, г. Алматы);
 Ешмаханов М.К., канд. Географ. наук, (ТарПУ, г. Тараз);
 Турсынбаев Н.А., магистр (ТарГУ, г. Тараз)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ МЕЛИОРАЦИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОБУСТРОЙСТВЕ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В речных бассейнах формирование ландшафтно-географических, геохимических зон и гидрохимической зональности обусловлено количеством поступающей, солнечной радиации, то есть радиационного баланса деятельной поверхности (R). Атмосферные осадки, испарение, формирование поверхностных и подземных вод зависят от космических энергетических ресурсов речных бассейнов, а именно их геоморфологической схематизации. Следовательно, все почвообразовательные и биохимические процессы, протекающие в бассейнах реки, а также количественные и качественные состояния ландшафтных систем (катен) обусловлены соотношением поступающих тепла и влаги, выполняющих определенные экологические услуги в природной системе, результат которых удовлетворяет определенные потребности общества [1].

Широтная климатическая зональность природно-географических систем в речных бассейнах сформировалось под влиянием солнечной радиации и осадков, которые отображаются через гидротермический режим, то есть «индекс сухости» ландшафтов (\bar{R}) [2]. Этот показатель характеризует баланс энергии и определяет интенсивность протекания биохимических процессов на Земле, в частности, затраты энергии на почвообразование и может быть положен в обоснование экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов.

Суммарные затраты энергии на почвообразование (Q_n) при одинаковых условиях увлажнения находится в прямой зависимости от радиационного баланса деятельной поверхности Земли (R) [3]: $Q_n = R \cdot \exp[-(1/m \cdot K_y)]$, где m – эмпирический показатель «биологической активности» среды, численно равен 2.13.

Интенсивность накопления биомассы конкретной культуры, даже при находящихся в оптимуме всех регулирующих факторов, зависит от количества фотосинтетической активной радиации (R), которая определяется затратами солнечной энергии в биогеоценозе на почвообразование (Q_n). Это позволяет рассчитывать услуги мелиора-

ции сельскохозяйственных земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов, то есть определить количественную величину экологических услуг мелиорации для повышения полезного эффекта, удовлетворяющего потребности общества и человека [1]: $\Delta Q = Q_{гал} - Q_l$, где $Q_l = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}_l)$ - затраты энергии на почвообразование в ландшафтах, кДж/см²; $Q_{гал} = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}_{гал})$ - затраты энергии на почвообразование в агроландшафтах, кДж/см²; \bar{R}_l - гидротермический показатель естественных ландшафтов в водосборных бассейнах реки; $\bar{R}_{гал}$ - гидротермический показатель гидроагроландшафтов в водосборных бассейнах рек.

На основе разницы потенциальных затрат солнечной энергии на почвообразовательный процесс гидроагроландшафтов и естественных ландшафтов можно определить количественную величину экологических услуг мелиорации, то есть средний многолетний дефицит экологической водопотребности по следующей формуле: $\Delta E_{э} = \Delta Q / L$, где $\Delta E_{э}$ - средний многолетний дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов за счет оказания услуг мелиорации сельскохозяйственных земель, мм;

Дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов расчетной вероятности (P_i) определяют по формулам: $\Delta E_{эi} = \Delta E_{срэ} + \Phi_{P\%} \cdot \sigma_{э}$, где $\sigma_{э}$ - среднее квадратическое отклонение значения дефицита экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{эi}$) от $\Delta E_{срэ}$; $\Phi_{P\%}$ - отклонение ординаты кривой вероятностей Пирсона III типа от середины для расчетной вероятности $\Delta E_{срэ}$ и коэффициента C_s ежегодных значений дефицита экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{эi}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж.С. Экологические услуги при обустройстве речных бассейнов: цена земельных ресурсов [Текст]/ Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Рябцев А.Д., Мустафаев К.Ж., Турсынбаев Н.А. // Гидрометеорология и экология, 2015.- №1. – С. 167-176.
2. Будыко М.И. Климат и жизнь [Текст]/ Будыко М.И.- Л.: Гидрометеоздат, 1971.- 470 с.
3. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст]/ Волобуев В.Р. - М.: Наука, 1974. – 120 с.

УДК 66.37; 66.37.21; 61.65.29; 66.29.17; 66.087.92

В.А.Соколова, кандидат технических наук
(Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова),
г.Санкт-Петербург, Россия

С.А. Войнаш, инженер по НТИ
кафедры “Наземные транспортные системы”
(Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО “Алтайский
государственный технический университет им.И.И. Ползунова”,
г. Рубцовск, Россия)

НОВЫЕ МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОФИЛИРОВАННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДРЕВЕСИНЫ

Одним из основных способов повышения стойкости древесины является ее защитная обработка пропиткой. Для пропитки используют жидкие масла и растворы различных веществ в воде или органических растворителях.

Процесс пропитки в большинстве случаев является чисто физическим, так как пропиточные жидкости не вступают в химическую реакцию с древесиной. Проникновение пропиточного раствора в древесину происходит в результате действия сил различной физической природы: капиллярных, центробежных, диффузионных, электростатических, сил давления и др.

Пропитка обычно происходит в условиях преобладающего воздействия каждого вида сил, поэтому способы пропитки подразделяют по преобладающему виду воздействия.

Анализируя известные способы пропитки древесины можно отметить, что способы капиллярной и диффузионной пропитки малопроизводительны из-за длительности процесса, достигающей нескольких месяцев. А так же во многих случаях малоэффективны из-за незначительной глубины проникновения (несколько миллиметров) пропиточных жидкостей в древесину.

Недостатками пропитки за счет электростатических сил являются значительная энергоемкость процесса и техническая сложность его осуществления.

Поэтому на практике, в основном, осуществляют пропитку под давлением, используя автоклавный метод и метод, основанный на проникновении пропиточной жидкости в древесину под давлением центробежных сил [1].

Недостатками способов автоклавной пропитки являются: большая продолжительность процесса и неравномерность распределения пропитывающего состава; наибольшее содержание пропитывающего

состава в поверхностной области древесины; эффект «заземления воздуха» в центральных областях древесины, что обусловлено одновременным поступлением пропитывающей жидкости под давлением с наружной поверхности к центру пропитываемого материала. Кроме этого, автоклавы для пропитки длинномерных сортиментов сложны в изготовлении, обслуживании и материалоемки.

Способ пропитки в центробежном поле обычно осуществляется встречно-центробежным способом [2].

При этом способе на вращающейся платформе центрифуги помещается емкость с пропитывающей жидкостью. В емкость загружают древесину, ориентируя ее продольными волокнами радиально относительно плоскости вращения.

В результате вращения платформы в жидкости создается гидростатическое давление, под действием которого жидкость, проникая в древесину, в основном, со стороны удаленного от центра вращения торца, движется из зоны высокого давления в зону низкого давления к центру вращения, осуществляя процесс пропитки.

Недостатками способа пропитки в центробежном поле являются:

- техническая сложность осуществления способа (изготовление центрифуги, большие габариты и масса рабочей платформы);
- трудоемкость и неудобство загрузки-разгрузки пропитываемых материалов, особенно длинномерных;
- необходимость контроля и периодического дозированного пополнения уровня пропитывающей жидкости;
- высокая стоимость оборудования;
- высокая энергоемкость процесса пропитки, обусловленная необходимостью обеспечения вращения и периодических остановок (для загрузки-разгрузки) платформы с массой в десятки тонн [3];
- малая производительность, обусловленная ограниченными габаритами платформ центрифуг.

В настоящей работе предлагается способ пропитки древесины под давлением, исключая вышперечисленные недостатки известных способов пропитки сортиментов. Способ в наибольшей степени рекомендуется для сортиментов, используемых в виде вертикальных опор, нижняя часть которых подвергается интенсивному разрушающему воздействию среды размещения (опоры линий электропередач, сваи, заглубленные в грунт или бетон и т.д.). Очевидно, что защитная пропитка всего объема сортиментов указанного назначения нецелесообразна. Тогда как их рабочая часть, заглубленная в агрессивную среду, должна иметь максимальное насыщение защитным раствором, причем по всему объему. При этом, с целью повышения

производительности, пропитку желательнее производить групповым способом.

Предлагаемый способ включает известные операции размещения сортиментов в пропиточной жидкости с последующей их выгрузкой.

Способ отличается тем, что вначале бревна пачкой (или поштучно), ориентируя комлевой частью вниз, загружают в клеть, конструкция которой обеспечивает свободный доступ жидкости к древесине.

Затем клеть поднимают над сборочной площадкой, например, краном, фиксируют массу груза, например, динамометром, установленном на грузозахватном приспособлении крана, и опускают на дно емкости с пропитывающей жидкостью. Объема жидкости должно быть достаточно для погружения клетки, с обеспечением нахождения верхних торцев сортиментов над поверхностью жидкости.

Пачку выдерживают до достижения пропиточной жидкостью заданной высоты, измеряемой от нижнего торца сортиментов. Пропитка, которая осуществляется за счет движения жидкости через бревна снизу вверх под воздействием разности гидростатического давления на дне емкости и у верхнего торца вертикально расположенных сортиментов.

Отметим, что чем длиннее сортименты, а значит и высота жидкости в пропиточной ванне, тем больше величина гидростатического давления на дне емкости, и тем интенсивнее идет процесс пропитки. Так, например, при пропитке сортиментов длиной 10 м (телеграфные столбы) разность давления на дне ванны и атмосферного давления (на верхнем уровне пропиточной жидкости) составляет 0,1 МПа.

Вес клетки должен быть таким, что бы удельный вес суммарного груза (клетки с бревнами) был больше удельного веса пропитывающей жидкости.

Список литературы

1. Пятакин В.И., Тишин Ю.Г., Базаров С.М. Техническая гидродинамика древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 304 с.
2. Белоногова Н.А. Повышение защитных свойств низкосортной древесины путем пропитки и уплотнения. Автореф. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук, СПб., 1999. – С.20.
3. Аринкин С.М., Панасенко Л.Н., Папок Е.В. Самоустанавливающиеся центробежные опоры. Инженерно-физический журнал. Том 82, №1, январь-февраль 2009. Национальная АН Беларуси, Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова, С.59-64.
4. Сайт <http://www.drevesina.ru>.

Научное издание

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Материалы докладов 83-й научно-технической конференции
профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников
и аспирантов
(с международным участием)
Электронный ресурс**

В авторской редакции

Компьютерная верстка:
П.А. Протас, Е.О. Черник

Усл. печ. л. 11,59. Уч.-изд. л. 11,96.

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.