



УРАЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

УГЛТУ

1 (44)

2013

# ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ



ISSN 2218-7545

## Леса России и хозяйство в них

№ 1 (44), 2013 г.

Материалы IX международной научно-технической конференции  
«Лесные технопарки – дорожная карта инновационного лесного комплекса:  
социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса»

### Члены оргкомитета:

**А.В. Мехренцев**, ректор, к.т.н.,  
профессор – председатель оргкомитета;  
**С.В. Залесов**, проректор по научной  
работе, д-р с.-х. наук, профессор –  
заместитель председателя;  
**А.И. Сафронов**, начальник НИЧ, к.т.н.,  
доцент – заместитель председателя;  
**Н.В. Терещенко**, вед. инженер отдела  
ОНИРС и ИС – ответственный  
секретарь;  
**Г.А. Ободин**, заведующий кафедрой  
иностранных языков, к.ф.н., доцент;  
**Т.И. Тарасова**, начальник отдела  
МС и ВС;

### Редакция журнала:

**А.С. Оплетаев** – заведующий  
редакционно-издательским отделом;  
**А.И. Гушин** – шеф-редактор;

### Редакторы:

**Е.Л. Михайлова**;  
**Л.Д. Черных**;  
**А.Л. Ленская**;  
**К.В. Корнева**;  
**О.В. Атрошенко**

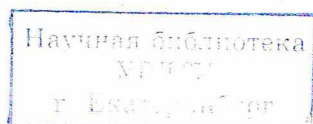
### Компьютерная верстка:

**О.А. Казанцева**;  
**Т.В. Упорова**;  
**Е.В. Карпова**

### Члены оргкомитета – председатели секций:

**Е.В. Бородина**, доцент кафедры  
истории и СПД, к.и.н. – председатель  
секции «Социально-экономические и  
гуманитарные проблемы развития в  
современных условиях»;  
**В.П. Сиваков**, зам. директора ИАТТС  
по учебной работе, д.т.н., профессор –  
председатель секции «Транспортные и  
технологические машины и  
оборудование лесного комплекса»;  
**Э.Ф. Герц**, декан ЛИФ, д.т.н.,  
профессор – председатель секции  
«Технология лесопромышленного  
производства»;  
**А.В. Вураско**, декан ИЭФ, д.т.н.,  
профессор – председатель секции  
«Химия, экология и химические  
технологии»;  
**З.Я. Нагимов**, декан ЛХФ, д-р с.-х. наук,  
профессор – председатель секции «Лесное  
хозяйство и защита окружающей среды»;  
**С.М. Шанчуров**, зав. кафедрой  
энергетики, д.т.н., профессор –  
председатель секции «Энергоснабжение  
предприятий»;  
**В.П. Часовских**, декан ФЭУ, д.т.н.,  
профессор – председатель секции  
«Экономика и управление на  
предприятии и в отраслях»;  
**И.Н. Кручинин**, доцент кафедры Т и ДС,  
к.т.н., доцент – председатель секции  
«Строительство и эксплуатация  
автомобильных дорог»;  
**Г.В. Астратова**, директор ИКЖ, д.э.н.,  
профессор – председатель секции  
«Актуальные проблемы маркетинга в  
лесном комплексе».

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
Редакционно-издательский отдел  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Тел. +7(343)262-96-10  
Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Про-Принт»  
620034, Екатеринбург, ул. Одинарка, 6, оф. 316  
Подписано в печать 28.01.2013 Формат 60×84 1/8 Печать офсетная  
Уч.-изд. л. 8,59 Усл. печ. л. 11,62 Тираж 60 экз. Заказ №



**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>С.В. ЗАЛЕСОВ, А.И. САФРОНОВ</b> СОСТОЯНИЕ И ПУТИ АКТИВИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В УГЛТУ .....	8
<b>ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО</b> .....	12
<b>Б.О. АЗБАЕВ, А.Н. РАХИМЖАНОВ, М.В. РАЖАНОВ</b> ПОЧВЫ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ Г. АСТАНЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ИХ ПО ЛЕСОПРИГОДНОСТИ.....	12
<b>А.А. ГРЕЧИЦ</b> ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛПК: НАПРАВЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ .....	15
<b>С.В. ЗАЛЕСОВ, Л.А. БЕЛОВ, С.Н. ГАВРИЛОВ, А.В. НЕВОЛИН, А.И. ЧЕРМНЫХ</b> ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДРОСТОМ КЕДРА СИБИРСКОГО СПЕЛЫХ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАЦИЙ .....	17
<b>С.В. ЗАЛЕСОВ, Г.А. ГОДОВАЛОВ, А.А. КРЕКТУНОВ, Е.Ю. ПЛАТОНОВ</b> ЗАЩИТА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ОТ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ Д. ШАПША .....	21
<b>С.В. ЗАЛЕСОВ, А.В. ТУКАЧЕВА</b> ВЛИЯНИЕ ДОБРОВОЛЬНО-ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОСУШЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ .....	24
<b>А.М. МОРОЗОВ, А.Г. МАГАСУМОВА, Е.В. ЮРОВСКИХ</b> ВЗАИМОСВЯЗЬ ГУСТОТЫ И ВСТРЕЧАЕМОСТИ ПОДРОСТА НА БЫВШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ.....	27
<b>В.А. ПОМАЗНЮК, М.А. КУЛИКОВ</b> ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ ЛЕСАМИ Г. ПЕРМИ	30
<b>В.А. ПОМАЗНЮК, Л.В. ЛАТЫПОВА</b> ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИИ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ.....	33
<b>В.А. ПОМАЗНЮК, С.С. ШИРИНКИН</b> «ПАЛКИ В КОЛЕСАХ» ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА .....	35
<b>Н.Н. ЧЕРНОВ</b> ОСОБЕННОСТИ ПАРНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ ОСНОВНЫХ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЛЬТУР СОСНЫ.....	36
<b>А.В. БАЧУРИНА, А.Н. МИХЕЕВ, С.В. БАЧУРИНА</b> БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ.....	40

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

<b>С.В. ЗАЛЕСОВ, А.Н. МИХЕЕВ</b> ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА РАЗНЫХ ГРАДИЕНТАХ ВЫСОТ В РАЙОНЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАО «КАРАБАШМЕДЬ».....	43
<b>И.Э. ОЛЬХОВКА</b> АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	46
<b>А.В. ГАЛИЕВА</b> АНАЛИЗ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГКУ «КУНГУРСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО».....	49
<b>А.И. ЧЕРМНЫХ, А.С. ОПЛЕТАЕВ</b> АНАЛИЗ ПОВЫДЕЛЕННОЙ ГЕОБАЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SQL-ЗАПРОСОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИ ДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГИС MAPINFO.....	53
<b>П. МАУЭР</b> 90-ЛЕТИЕ ОСНОВАНИЯ УЧЕБНОГО ЛЕСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «МАСАРИКОВ ЛЕС, КРЖТИНЫ» ПРИ УНИВЕРСИТЕТЕ МЕНДЕЛЯ В Г. БРНО .....	55
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА .....</b>	59
<b>Ю.Е. ВАДБОЛЬСКАЯ, В.А. АЗАРЕНКО</b> ПРАКТИКА FSC-СЕРТИФИКАЦИИ .....	59
<b>В.Е. ВЫБОРНОВ, В.Я. ТОЙБИЧ, Е.А. АБДУЛЛАЕВА</b> ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОЕ УСТРОЙСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (0–20 А) В УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ВЫХОДНОЙ ТОК (4–20 МА) .....	62
<b>Ф.Ф. ДАХИЕВ, Л.Т. РАЕВСКАЯ</b> ШУМОИЗОЛЯЦИЯ ОПЕРАТОРА ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА.....	64
<b>С.А. ДУШИНИНА</b> СКОРОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАГРУЗОК ПО НОЖУ РАЗМАЛЫВАЮЩЕЙ ГАРНИТУРЫ ДИСКОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ.....	67
<b>В. ЗЫХОВИЧ, А. ГЕНДЕК</b> СБОР ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ С ПРИМЕНИНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА И ПРИЦЕПА.....	70
<b>М.А. ПИСКУНОВ</b> КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ ВОЛОКОВ НА ЛЕСОСЕКЕ .....	73
<b>В.В. ПОБЕДИНСКИЙ, Д.А. ВАСИЛЕВСКИЙ</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОКORОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ .....	76
<b>В.В. ПОБЕДИНСКИЙ, Д.А. ВАСИЛЕВСКИЙ</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОКORОЧНЫХ СТАНКОВ.....	79

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

<b>Е.В. ПОТАПОВА</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ СОБЫТИЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ .....	82
<b>С.П. САННИКОВ, П.А. СЕРКОВ, В.В. ШИПИЛОВ</b> АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НАВЕДЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МАНИПУЛЯТОРА НА ДЕРЕВО .....	85
<b>С.П. САННИКОВ, В.В. ШИПИЛОВ, П.А. СЕРКОВ</b> СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МАНИПУЛЯТОРА НА ДЕРЕВО .....	88
<b>Л.В. СТАРИКОВА, А.А. ДОБРАЧЕВ</b> НАУЧНО-ВНЕДРЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОПАРКИ ПРИ ВУЗАХ.....	92
<b>М.А. ТЕТЕРИНА</b> ПРОВЕРКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИНХРОНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И ОБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НА АДЕКВАТНОСТЬ .....	94
<b>М.А. ТЕТЕРИНА</b> ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ И ХАРАКТЕРА ЭФФЕКТОВ СИНХРОНИЗАЦИИ МАШИН В СИСТЕМЕ «ХАРВЕСТЕР – ФОРВАРДЕР» ПРИ РАБОТЕ ТРАДИЦИОННЫМ СПОСОБОМ.....	98
<b>В.Я. ТОЙБИЧ, В.Е. ПЕТРЯЕВ</b> ОДНОКАНАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДИАМЕТРА БРЕВНА .....	101
<b>В.В. ЧАМЕЕВ, К.В. ИВАЧЕВА, Р.А. УКСУСОВ, В.В. ТЕРЕНТЬЕВ</b> ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ КОМПЛЕКС-ПРОГРАММЫ «ЦЕХ» .....	104
<b>В.А. ШАВНИН, М.В. ШАВНИНА</b> ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВОК В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ .....	108
<b>Ю.Л. ЮРЬЕВ, В.Б. ТЕРЕНТЬЕВ, С.А. САМОЙЛЕНКО</b> ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕЛИКВИДНОЙ ЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ .....	111
<b>ХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	113
<b>М.А. АГЕЕВ</b> ВЕРОЯТНОСТЬ АДГЕЗИИ ПРИ ФЛОТАЦИОННОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ ТИПОГРАФСКОЙ КРАСКИ .....	113
<b>В.М. БАЛАКИН, Д.Ш. ГАРИФУЛЛИН, А.А. ГАЛЛЯМОВ, С.В. ИСЛЕНТЬЕВ</b> ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА ПОЛИУРЕТАНОВ МОНОЭТАНОЛАМИНОМ .....	116

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

- В.М. БАЛАКИН, М.А. КРАСИЛЬНИКОВА, А.В. СТАРОДУБЦЕВ, В. КЫЧАНОВ**  
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА ПЭТФ  
АЛИФАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ ..... 118
- Н.С. БАУЛИНА, О.Ф. ШИШЛОВ, Д.П. ТРОШИН, В.В. ГЛУХИХ**  
ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЩЕЛОЧИ В  
ФЕНОЛКАРДАНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛАХ НА ИХ СВОЙСТВА И  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДСТП, ПРОИЗВЕДЕННЫХ НА ИХ ОСНОВЕ ..... 120
- А.В. ВУРАСКО, Е.И. ФРОЛОВА**  
ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОМОЛА НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА  
ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕДРЕВЕСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ..... 123
- Д.О. ГРЭДИНАРУ, А.В. САВИНОВСКИХ, А.В. АРТЕМОВ, В.Г. БУРЫНДИН**  
БИОАКТИВАЦИЯ ДРЕВЕСНОГО ПРЕСС-СЫРЬЯ АКТИВНЫМ ИЛОМ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ  
СВЯЗУЮЩЕГО..... 126
- Т.А. ГУДА, Н.М. МУХИН, В.В. ГЛУХИХ**  
ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИИ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ  
С РАЗЛИЧНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ РАСТИТЕЛЬНОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ..... 129
- С.А. ДОЖДИКОВ, О.Ф. ШИШЛОВ, И.Н. КАЛГАНОВА**  
ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАРДАНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ  
НОВОЛАЧНОЙ СМОЛЫ С МЕТИЛЕНДИФЕНИЛДИИЗОЦИАНАТОМ С  
ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОГО СВЯЗУЮЩЕГО  
ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ..... 131
- Т.И. МАСЛАКОВА, И.Г. ПЕРВОВА**  
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ШКАЛ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО  
ТЕСТ-ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА  
ТВЕРДОФАЗНЫХ МАТРИЦАХ..... 133
- Д.В. НЕСТЕРОВ, Л.С. МОЛОЧНИКОВ, А.В. ПЕСТОВ**  
СИНТЕЗ СЕЛЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ БОРНОЙ КИСЛОТЫ, СОДЕРЖАЩИХ  
N-2,3-ДИГИДРОКСИПРОПИЛЬНУЮ ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ГРУППУ..... 136
- Д.П. ОРДИНАРЦЕВ, А.В. СВИРИДОВ, В.В. СВИРИДОВ, А.М. ЯКУПОВА**  
ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ ИОНОВ ВАНАДИЯ И  
МАРГАНЦА С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЯ И  
АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СОРБЕНТА ..... 139
- И.С. ПАВЛОВА, И.Г. ПЕРВОВА, Г.П. БЕЛОВ, И.И. ХАСБИУЛЛИН**  
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛХЕЛАТОВ КОБАЛЬТА (II)  
В РЕАКЦИИ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА ..... 142
- Д.П. ТРОШИН, О.Ф. ШИШЛОВ, Н.С. БАУЛИНА, В.В. ГЛУХИХ**  
СИНТЕЗ ФЕНОЛКАРДАНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ЛАКОВЫХ СМОЛ ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 145

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

<b>А.Е. ШКУРО, В.В. ГЛУХИХ</b> ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИНИЛАЦЕТАТНЫХ ЗВЕНЬЕВ В СЭВИЛЕНЕ НА КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ДПК.....	147
<b>В.В. ЮРЧЕНКО, А.В. СВИРИДОВ, В.В. СВИРИДОВ, А.В. КАРГИНА</b> УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ.....	149
<b>ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА .....</b>	152
<b>С.В. БУДАЛИН, С.В. ЛЯХОВ</b> ПЛАНИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ .....	152
<b>С.В. БУДАЛИН, С.В. ЛЯХОВ</b> РАСЧЕТ УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА.....	155
<b>Ю.М. ГРЕБЕНЩИКОВ, В.П. СИВАКОВ</b> КОЛЕБАНИЯ В ФОРМЕ ИЗГИБА КОТЛОВ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ .....	158
<b>А.Г. ДОЛГАНОВ</b> НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ.....	161
<b>А.Г. ДОЛГАНОВ</b> ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ.....	163
<b>В.В. ИЛЬЮШИН, Б.А. ПОТЕХИН</b> АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ .....	166
<b>В.В. ИЛЬЮШИН, Б.А. ПОТЕХИН, А.С. ХРИСТОЛЮБОВ</b> НАПРАВЛЕНИЕ СОЗДАНИЯ СПЛАВОВ СКОЛЬЖЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ.....	169
<b>В.В. ПОБЕДИНСКИЙ, К.П. АСИН</b> ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕМОНТНО- ОБСЛУЖИВАЮЩИХ БАЗ.....	172
<b>В.В. ПОБЕДИНСКИЙ, Н.В. РЯБКОВА</b> ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	175
<b>В.П. СИВАКОВ, Т.В. ЗАГРЕБИНА, Е.Г. КУЧУМОВ</b> МЕСТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И НАПРЯЖЕНИЯ В СТЕНКАХ ВАРОЧНОГО КОТЛА НА ОПОРАХ СТОЕК .....	179
<b>В.П. СИВАКОВ, О.Б. ПУШКАРЕВА</b> ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ НА ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОТЛОВ .....	182

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**Н.Н. ЧЕРЕМНЫХ**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ ..... 185**Л.А. ШАБАЛИН, С.А. СТАРЦЕВ**К ВОПРОСУ О РАСЧЕТАХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ В  
МЕХАНИЗМАХ ПОВОРОТА..... 188**М.В. ШАВНИНА, А.П. ПАНЫЧЕВ, Т.Я. ПОЛУЯКТОВА**

ТРИ ВОПРОСА О НАЗЕМНОМ КРАНОВОМ ПУТИ..... 190

**М.В. ШАВНИНА, А.П. ПАНЫЧЕВ, Т.Я. ПОЛУЯКТОВА**

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КРАНОВОГО ПУТИ..... 192

**В.А. ЯГУТКИН, В.В. ИЛЮШИН, А.П. ПАНИН**ОПЫТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦАПФ СУШИЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ МЕТОДОМ  
НАПЛАВКИ..... 195**В.А. ЯГУТКИН, В.В. ИЛЮШИН, А.П. ПАНИН**ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ РЕМОНТА ВАЛОВ С ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗНОСОМ  
ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ..... 198



С.В. Залесов, А.И. Сафронов  
(S.V. Zalesov, A.I. Safronov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**СОСТОЯНИЕ И ПУТИ АКТИВИЗАЦИИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В УГЛТУ  
(STATUS AND WAYS OF ENHANCING RESEARCH IN USFEU)**

*Представлены материалы по научно-исследовательской работе Уральского государственного лесотехнического университета в 2008-2012 гг.*

*Materials on the research work of the Ural State Forestry University in 2008-2012 уу.*

Проведение научных исследований является необходимой частью образовательной деятельности университета. В новых экономических условиях к вузовской науке – основе получения нового знания – предъявляются повышенные требования, определяемые рынком. В условиях реформы высшего образования и сложной экономической обстановки коллектив университета прилагает усилия для сохранения и активизации научной работы.

Ученые университета успешно ведут фундаментальные и прикладные исследования и разработки. В первую очередь по приоритетным направлениям развития науки, в области критических технологий и приоритетных направлений модернизации, в том числе по аналитической ведомственной целевой программе Министерства образования и науки «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008, 2009-2011 гг.)», по грантам РФФИ и хозяйственным договорам. УГЛТУ продолжает наращивать свой научный потенциал, сохраняет и приумножает связи с производственными предприятиями и оказывает существенное влияние на развитие лесного комплекса Урала. Об этом свидетельствует динамика финансирования научных исследований университета, представленная на рис. 1.

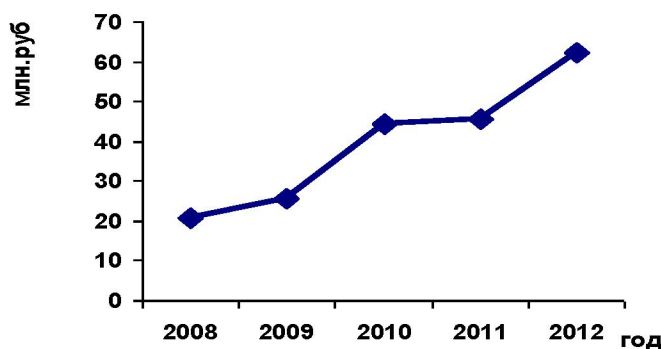


Рис. 1. Объемы финансирования УГЛТУ по НИР

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Как видно на рис. 2, вклад в общий объем НИР структурных подразделений не одинаков, и с безусловным отрывом лидирует лесохозяйственный факультет, подавляющая часть объемов которого была выполнена кафедрой лесоводства. Следует отметить успешную работу небольших по численности подразделений: НИИ экотоксикологии и патентного отдела.

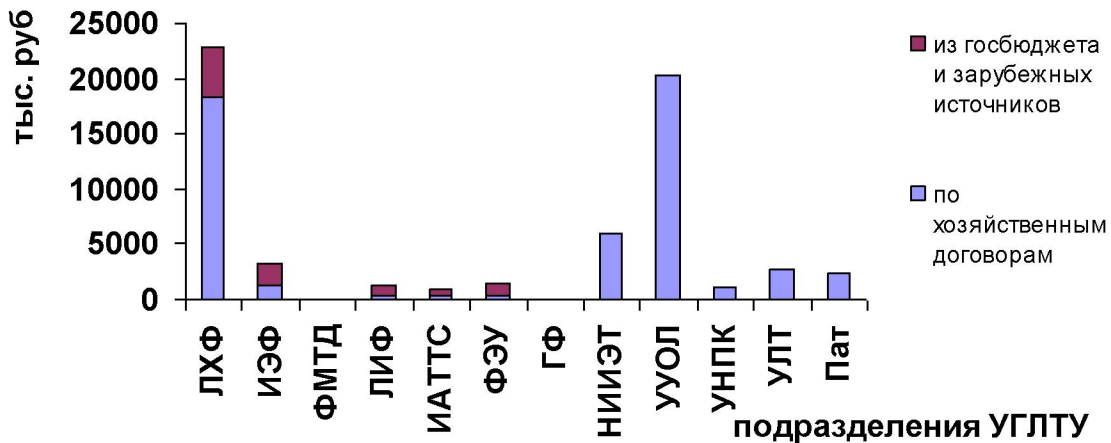


Рис. 2. Объемы финансирования НИР в 2012 г.

Несмотря на рост осваиваемых объемов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, по-прежнему остается актуальной задача привлечения в университет для их финансирования госбюджетных и внебюджетных средств. В этой связи коллективам кафедр, факультетов, институтов нужно в большей степени пользоваться возможностями участия в конкурсах на получение грантов по различным НТП.

УГЛТУ продолжает формировать и развивать научно-педагогические школы. На 01.01.2013 г. в университете активно функционируют 8 научно-педагогических школ, возглавляемых ведущими профессорами. Университет имеет государственную лицензию на подготовку аспирантов по 27 научным специальностям, в том числе по 9 новым научным специальностям, открытым в 2012 г. Динамика численности аспирантов показана на рис. 3. В настоящее время в университете обучается 3 докторанта и 237 аспирантов, в том числе 65 на контрактной основе.

За 2011-2012 гг. выпускниками аспирантуры и сотрудниками вуза успешно защищены 29 кандидатских и 6 докторских диссертаций.

В университете работает два диссертационных совета (по техническим, биологическим и сельскохозяйственным наукам). За 2011/2012 учебный год в диссертационных советах состоялось 39 защит кандидатских и 3 защиты докторских диссертаций.

В 2011-2012 учебном году 5 преподавателям университета присвоены ученые звания доцента и одному – ученое звание профессора.

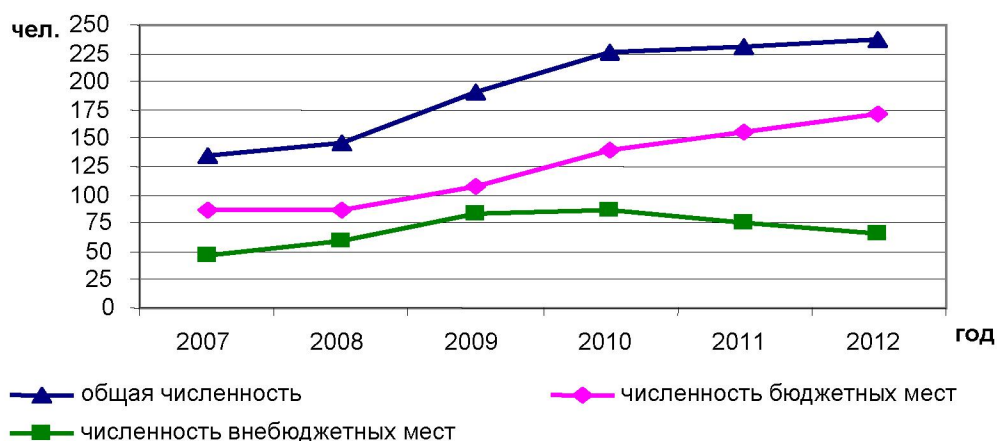
ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Рис. 3. Численность аспирантов УГЛТУ

Результаты фундаментальных и прикладных исследований ложатся в основу научных монографий, сборников научных трудов, учебников и учебных пособий. Университет ежегодно наращивает объемы издаваемой научной и учебной литературы. Так, общий тираж научной, учебной и учебно-методической литературы в 2011 г. составил 935 печ. л., а в 2012 г. – 1198 печ. л.

Результаты издательской деятельности университета представлены на рис. 4: по издаваемым монографиям показатель УГЛТУ значительно выше критерия государственной аккредитации для университетов (количество монографий на 100 основных штатных ППС с учеными степенями и званиями), равного 2,1.



Рис. 4. Издание монографий в УГЛТУ

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Научная и учебная литература, изданная университетом, не только пополняет фонд библиотеки вуза, но и широко востребована родственными вузами и производственными предприятиями.

О высоком профессионализме наших авторов и квалификации работников редакционно-издательского отдела свидетельствует тот факт, что только за 2011 г. работы УГЛТУ, изданные через редакционно-издательский отдел, получили дипломы:

➤ на II Международной книжной ярмарке «BookExpoAstana-2011» (Республика Казахстан) на стенде «Вузы России»;

➤ за монографию «Исследование методов и разработка информационной системы определения и картирования депонируемого лесами углерода в среде Natural». Авторы М.П. Воронов, В.А. Усольцев, В.П. Часовских;

➤ на XIV Национальной выставке-ярмарке «Книги России» за учебное пособие «Лесоведение». Авторы Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский;

➤ на Сибирском региональном конкурсе на лучшую вузовскую книгу «Университетская книга» в номинации лучшее научное издание по сельскохозяйственным наукам за монографию «Естественное возобновление в болотных лесах Среднего Урала». Автор А.С. Чиндяев и др.

В 2012 г. два издания университета признаны победителями VI Общероссийского конкурса изданий для вузов «Университетская книга – 2012» в номинации «Лучшее издание по сельскому хозяйству, лесоводству и охотоведению». За разработку учебных пособий по лесной отрасли награждены следующие издания:

Введение в лесоводство: учебное пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011 (авторы Хайретдинов А.Ф., Залесов С.В.).

Метеорология и климатология: учебное пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011 (автор: Морозов А.Е.).

В 2012 г. журнал «Леса России и хозяйство в них» включен в Российский индекс научного цитирования.

Мы должны создать в университете атмосферу коллективного, состязательного научного творчества студентов, аспирантов, преподавателей. Только такая атмосфера научного содружества позволит нам приобрести новые научные знания и получить конкурентоспособные разработки; готовить кадры высшей квалификации для научной и учебной деятельности; выпускать высококлассных специалистов, востребованных рынком.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630.114.4:630.181.33(574)

Б.О. Азбаев, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов  
(B.O. Azbaev, A.N. Rahimzhanov, M.R. Razhanov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### ПОЧВЫ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ г. АСТАНЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ИХ ПО ЛЕСОПРИГОДНОСТИ (ASTANA-CITY GREEN ZONES AND THEIR CLASSIFICATION ACCORDING THEIR SUITABILITY FOR FOREST GROWING)

*Проанализированы почвы зеленой зоны г. Астаны и предпринята попытка распределения их по лесопригодности.*

*Soils of Astana-city green zone has been analysed and some attempts have been undertaken to distribute them according their suitability for forest growing.*

Столица республики Казахстан г. Астана расположена в степной зоне, подзоне сухих типчаково-ковыльных степей с резкоконтинентальным климатом, отличающимся значительным дефицитом влажности, суровыми малоснежными и продолжительными зимами, сильными ветрами и резкими сменами температур в пределах года и суток. Согласно схеме лесорастительного районирования регион расположения г. Астаны относится к провинции остепненных нагорных островных и равнинных сосновых и березово-осиновых лесов, к району сухостепных сосняков Баяно-Каркаралинских низкогорий, подрайону Ерейментауских остепненных березовых и ольховых лесов с остаточными сосняками.

По схеме геоморфологического деления г. Астана и прилегающие к ней территории находятся в пределах Центрального Казахстанского мелкосопочника. Рельеф представляет собой слабоволнистую равнину с ярко выраженными депрессиями. Депрессии представляют собой озера, западины с солеными и пресными водами, местами заросшие лугово-болотной растительностью и ивой. Наряду с глубокими западинами и котловинами широкое распространение имеют незначительные по площади микропонижения и микроповышения, которые встречаются повсеместно, придавая пятнистый характер степи. Местами равнинность нарушается холмами и сопочными возвышенностями, вытянутыми в северо-восточном направлении.

Значительное разнообразие форм рельефа обусловило разнообразие геологического строения и геоморфологии территории, что, в свою очередь, предопределило разнообразие почвообразующих пород. Так, почвообразующие породы, образовавшиеся из песчаников, гранитов и

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44). 2013

конгломератов, характеризуются легким механическим составом и иногда слабым засолением. Почвообразующие породы, образовавшиеся в результате разрушения глин, глинистых сланцев, известняков и мергелей, характеризуются тяжелым механическим составом и засоленностью. Наибольшее распространение имеют покровные суглинки и элювиально-делювиальные отложения.

Территория района исследований расположена в зоне каштановых почв, подзоне темно-каштановых почв. Зональными почвами являются темно-каштановые, однако среди них широкое распространение получили интрозональные почвы: лугово-каштановые, лугово-болотные солонцы и солончаки.

По глубине залегания солевых горизонтов выделяются: солончаковые (0-30 см), солончаковатые (31-80 см), глубокосолончаковые (81-150 см) и глубокозасоленные (более 150 см) почвы.

На основании данных о физико-механическом составе, степени засоления, солонцеватости, влагообеспеченности, уровне залегания грунтовых вод, а также опыта выращивания древесных растений все многообразие почв делится на четыре группы лесопригодности (таблица)

## Распределение почв зеленой зоны г. Астаны по лесопригодности

<b>I группа - лесопригодные почвы</b>	
<b>1</b>	<b>Темно-каштановые суглинистые</b>
<b>2</b>	<b>Темно-каштановые суглинистые в сочетании с темно-каштановыми слабосолонцеватыми суглинистыми, тяжелосуглинистыми (от 10 до 30 %)</b>
<b>3</b>	<b>Темно-каштановые в сочетании с темно-каштановыми глубокозасоленными от 10 до 0 %, тяжелосуглинистые</b>
<b>4</b>	<b>Темно-каштановые слабосолонцеватые суглинистые</b>
<b>5</b>	<b>Темно-каштановые слабосолонцеватые в сочетании с темно-каштановыми глубококисло-солончаковатыми (до 10 %), тяжелосуглинистые</b>
<b>6</b>	<b>Лугово-каштановые тяжелосуглинистые</b>
<b>7</b>	<b>Лугово-каштановые слабосолонцеватые тяжелосуглинистые, легкосуглинистые</b>
<b>8</b>	<b>Лугово-каштановые глубокослабозасоленные в сочетании с лугово-каштановыми глубокосолончаковатыми (от 10 до 30 %), тяжелосуглинистые</b>
<b>9</b>	<b>Лугово-каштановые глубокозасоленные в комплексе с солонцами лугово-каштановыми средними (до 10 %), тяжелосуглинистые</b>
<b>II группа - ограниченно-лесопригодные почвы</b>	
<b>1</b>	<b>Темно-каштановые глубокосолончаковатые в сочетании с темно-каштановыми (от 10 до 30 %), суглинистые</b>
<b>2</b>	<b>Темно-каштановые глубокосолончаковатые в сочетании с темно-каштановыми слабосолонцеватыми глубокослабозасоленными (до 10 %), суглинистые</b>
<b>3</b>	<b>Темно-каштановые глубокосолончаковатые в сочетании с глубококисло-солончаковатыми (от 30 до 50 %), суглинистые</b>
<b>4</b>	<b>Темно-каштановые глубокосолончаковатые в сочетании с темно-каштановыми глубокосолончаковатыми (от 10 до 30 %), суглинистые</b>
<b>5</b>	<b>Темно-каштановые глубокосолончаковатые в сочетании с темно-каштановыми глубокосолончаковатыми (от 30 до 50 %), тяжелосуглинистые</b>

Окончание таблицы

6	Темно-каштановые слабосолонцеватые в сочетании с темно-каштановыми глубокосильносолончаковатыми (от 30 до 50 %), тяжелосуглинистые
7	Темно-каштановые слабосолонцеватые глубокосолончаковатые легкосуглинистые
8	Темно-каштановые глубокосолончаковатые суглинистые
9	Темно-каштановые слабосолонцеватые глубокосолончаковатые тяжелосуглинистые
10	Темно-каштановые солонцеватые в сочетании с темно-каштановыми солончаковатыми (от 10 до 30 %), тяжелосуглинистые
11	Лугово-каштановые глубокосолончаковатые тяжелосуглинистые
12	Лугово-каштановые слабосолонцеватые глубокосолончаковатые тяжелосуглинистые
<b>III группа - условно-лесопригодные почвы</b>	
1	Лугово-каштановые слабосолончаковатые тяжелосуглинистые, легкосуглинистые
2	Лугово-каштановые солонцеватые глубокосолончаковатые в сочетании с луговокаштановыми слабосолонцеватыми сильносолончаковатыми (от 30 до 50 %), тяжелосуглинистые
3	Лугово-каштановые глубокосолончаковатые в сочетании с лугово-каштановыми солончаковатыми (до 10 %), тяжелосуглинистые
4	Лугово-каштановые слабосолонцеватые глубокосолончаковатые. тяжелосуглинистые
5	Лугово-каштановые солончаковатые в комплексе с солончаками лугово-каштановыми (до 10 %), тяжелосуглинистые
<b>IV группа - нелесопригодные почвы</b>	
1	Лугово-каштановые солонцеватые сильносолончаковатые, тяжелосуглинистые
2	Солонцы лугово-каштановые мелкие, средние в комплексе с лугово-каштановыми солончаковатыми (до 10 %), тяжелосуглинистые
3	Солонцы каштановые, лугово-каштановые глубокие, средние тяжелосуглинистые
4	Лугово-болотные тяжелосуглинистые

Почвы 1 -й группы обеспечивают выращивание вполне устойчивых и жизнеспособных насаждений из большинства древесных пород местной флоры.

Почвы 2-й группы пригодны для выращивания солевыносливых пород на фоне высокой агротехники.

Почвы 3-й группы пригодны для выращивания очень незначительного набора солеустойчивых пород на фоне высокого уровня агротехники.

Почвы 4-й группы пригодны для выращивания древесно-кустарниковых пород только после коренной мелиорации почвы.

УДК 630\*181.351

А.А. Гречиц  
(А.А. Grechits)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛПК:  
НАПРАВЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ  
(ECOLOGIZATION FORESTRY ENTERPRISES:  
THE DIRECTION, TOOLS)**

*Обзор и систематизация инструментов экологизации промышленного производства предприятий лесного сектора экономики.*

*Review and systematize the tools of ecological industrial enterprises forest sector.*

Лесные ресурсы играют огромную роль в обеспечении жизнедеятельности и безопасности человечества. Они являются уникальным природным ресурсом, в течение тысячелетий используемым человеком. Вместе с тем леса – важнейшая часть природной среды, испытывающая на себе последствия антропогенного влияния и хозяйственной деятельности.

В экономическом плане леса преимущественно рассматриваются в качестве источника сырьевых ресурсов для хозяйственных нужд. Несмотря на кажущиеся огромные запасы древесины в России, возможности экстенсивной эксплуатации лесных ресурсов в настоящее время исчерпаны. Переход к концепции устойчивого развития в лесном комплексе является единственным путем, который может обеспечить как потребности экономики, так и требования по охране природы. На это должны быть направлены все меры по изменению системы лесопользования, сохранению и воспроизводству лесных ресурсов [1]. Одним из основных направлений на пути к концепции устойчивого развития [2] должна стать экологизация промышленного производства предприятий лесного сектора экономики, под которой понимается осуществление комплексных мероприятий, направленных на сокращение или предотвращение негативного воздействия техногенных факторов на природные системы [3].

Главным вопросом экологизации промышленного предприятия является вопрос о механизме реализации экологоориентированного развития. Здесь приоритетное значение имеет формирование эффективного экономического механизма природопользования.



**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Сегодня можно выделить несколько направлений экологизации современных предприятий, среди которых, в первую очередь, можно назвать:

– *экологическая модернизация производства*, которая, например, для предприятий с прерывными производственными процессами, основанными преимущественно на механической обработке сырья (деревообработка) предполагает организацию экологичной технологии, которая будет связана с существенным снижением общего количества отходов на основе изменения средств воздействия на предмет труда;

– *разработка и применение инструментов управления экологической безопасностью производства*.

Перечень таких инструментов довольно обширен и в разной степени применим к каждому из промышленных предприятий ЛПК, отличающихся друг от друга масштабом производства и формой управления.

Систематизированный автором перечень направлений экологизации производства предприятий ЛПК и инструментарий приведен на рисунке.



Направления и инструментарий экологизации производства предприятий ЛПК

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Все эти направления экологизации промышленного производства предприятий ЛПК связаны между собой, взаимообусловлены и пересекаются на практике.

Так или иначе, при формировании механизма экологизации предприятия необходимо опираться на следующие принципы:

- оценка эффективности действующих элементов экономической системы в стимулировании рационального природопользования;
- разработка специальных элементов экономического механизма, стимулирующих сохранение среды обитания человека, законодательное и нормативно-методическое обеспечение их функционирования;
- оценка мировых тенденций экономического развития.

Следует отметить, что сам механизм экологизации должен носить рыночный характер, формироваться в зависимости от масштаба предприятия, его целей и задач.

*Библиографический список*

1. Гречиц А.А. Экологизация развития лесного комплекса. Наука сегодня: теоретические аспекты и практика применения: сб. науч. тр. по мат-лам междунар. заоч. науч.-практ. конф. 28 октября 2011 г.: в 9 частях. Ч. 5, М-во обр. и науки РФ. Тамбов: изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011, 163 с

2. Гречиц А.А. Теоретико-методологические основы изучения устойчивого развития социально-эколого-экономических систем. Научные основы охраны окружающей среды: сб. статей II НЗ4 Международной научно-практической конференции / МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2011, 90 с.

3. Мочалова Л.А. Методология и механизмы обеспечения экологической устойчивости промышленного предприятия: автореф. дис. д-ра экон. наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика природопользования) / Л.А. Мочалова. – Екатеринбург, 2009, 39 с.

УДК630.174.758

С.В. Залесов, Л.А. Белов, С.Н. Гаврилов,  
А.В. Неволин, А.И. Чермных  
(S.V.Zalesov, L.A. Belov, S.N. Gavrilov,  
A.V. Nevolin, A.I. Cheremnikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДРОСТОМ КЕДРА СИБИРСКОГО  
СПЕЛЫХ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАЦИЙ**

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

## (SUPPLYING OF MATURE GROWING STOCKS OF AIFFERENT FORMATIONS NITH PINUS SIBERICA UNDERGROWTH)

*По материалам постоянных пробных площадей проанализированы количественные показатели подроста предварительной генерации в спелых насаждениях различных формаций подзоны средней тайги Западной Сибири.*

*Quantitative undergrowth indices of previous life cycle in special growing stands of different formations in middle west Siberian taiga subzone has been analysea according their permanent quadrates data.*

Общеизвестно, что возможность формирования коренных кедровых насаждений обусловлена прежде всего количественными и качественными показателями подроста предварительной генерации. К сожалению, лесоустроительные материалы не позволяют дать объективную оценку обеспеченности подростом спелых и перестойных насаждений разных формаций, что, в свою очередь, сдерживает разработку научно-обоснованных нормативных документов по оптимизации проведения лесоводственных мероприятий. Последнее обстоятельство определило направление наших исследований.

Основной объем научных исследований выполнен нами на территории ТО «Нефтеюганское лесничество» Департамента природных ресурсов и несырьевого сектора экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Объектами наших исследований являлись 100–180-летние насаждения различных формаций зеленомошно-мелкотравного и зеленомошно-ягодникового типов леса. Основные таксационные показатели древостоев установлены на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в соответствии с апробированными рекомендациями\*. На каждой ППП, помимо установления таксационных показателей древостоев закладывалось по 25 учетных площадок размером 2х2 м для определения видового состава, количества и распределения по группам высот имеющегося подроста предварительной генерации.

Материалы исследований свидетельствуют, что ППП заложены в высокополнотных насаждениях (табл. 1). Древостои ППП представляют березняки, осинники, сосняки, ельники и кедровники.

Различие таксационных показателей древостоя обусловило различие количественных показателей подроста предварительной генерации (табл. 2).

---

\* Бунькова Н.П., Залесов С.В., Зотева Е.А., Магасумова А.Г. Основы фитомониторинга: учеб. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Таблица 1

## Таксационная характеристика древостоев ППП

№ ППП	Состав древостоя	Средние			Тип леса	Полно та	Запас, м <sup>3</sup> /га
		возраст, лет	высота, м	диаметр, см			
29	5Б2К2Е1П	120	17,4	18,5	ЗММТ	0,8	186
24	5Б3Е2Ос+К	140	21,7	22,6	ЗММТ	0,9	253
18	6Б2К1Е1П	140	18,7	21,4	ЗММТ	0,8	176
22	4Б3К3Е+Ос	120	17,7	19,0	ЗМЯГ	0,9	204
21	4Ос2К2Е2Б	100	16,6	17,5	ЗММТ	0,9	214
15	8С1Е1БедК,П	140	22,7	25,0	ЗММТ	0,7	462
27	5Е4К1БедС	120	14,6	23,8	ЗММТ	0,9	272
26	5Е4Ос1Б+К	140	19,2	24,8	ЗММТ	0,9	309
28	3К3Б2Е2Ос	120	17,6	19,6	ЗММТ	0,7	213
25	4К4Б1Е1П	130	17,4	18,0	ЗММТ	1,0	279
16	4К2Ос2П1Е1Б	180	19,1	24,5	ЗММТ	0,9	327
30	8К2Б+ЕедП	120	20,1	22,4	ЗМЯГ	0,4	129
17	4К2Е2П2Б+Ос	140	18,5	24,1	ЗМЯГ	0,9	299
23	5К4Ос1Е+Б	180	17,8	20,9	ЗМЯГ	0,9	298

Таблица 2

## Обеспеченность подростом предварительной генерации насаждений ППП

№ ППП	Формула состава	Порода	Количество в пересчете на крупный, шт./га	Встречаемость, %	Встречаемость хвойных пород, %
18	6К2П2Б	П	360	12	56
		К	1130	52	
		Б	360	16	
22	8К1Е1Б	П	50	4	60
		Е	180	12	
		К	2570	60	
		Б	420	12	
21	6К3Е1Б	Е	550	40	72
		К	1120	36	
		Б	130	4	
		П	900	16	
15	6Е2К1П1Б	Е	3370	68	88
		К	1230	40	
		Б	550	12	
27	3К3Е3П1Б	П	430	24	52
		Е	480	20	
		К	600	24	
		Б	160	4	
28	3К2П1Е4Ос	П	250	8	24
		Е	100	4	
		К	360	16	
		Ос	450	12	

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Окончание табл. 2

№ ППП	Формула состава	Порода	Количество в пересчете на крупный, шт./га	Встречаемость, %	Встречаемость хвойных пород, %
25	5К4П1Е	П	200	12	24
		Е	50	4	
		К	250	16	
16	4К2Е2П2Б	П	1190	40	96
		Е	1120	40	
		К	2640	80	
		Б	1140	20	
30	7К3Е	Е	1610	32	96
		К	3930	88	
17	8К2Е	Е	1510	48	92
		К	6640	92	
23	4Е3К3П	П	200	12	40
		Е	230	16	
		К	200	12	

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что подрост предварительной генерации отсутствует только на ППП 29, 24 и 26. На всех остальных ППП подрост имеет место, при этом в его составе присутствует кедр сибирский. Последнее позволяет надеяться на формирование кедровых молодняков при проведении выборочных рубок в насаждениях других формаций.

В целом по результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Спелые и перестойные насаждения с преобладанием в составе древостоев березы, осины, ели, а также сосен обыкновенной и сибирской зеленомошно-мелкотравного и зеленомошно-ягодникового типов леса в абсолютном большинстве обеспечены подростом хозяйственно-ценных пород предварительной генерации.

2. Данные о количестве подроста предварительной генерации в пересчете на крупный, его встречаемости и состав позволяют надеяться на формирование в будущем высокопродуктивных молодняков при условии проведения выборочных рубок.

3. Доминирование в составе подроста кедра сибирского позволит обеспечить при рациональном лесопользовании увеличение насаждений данной породы в будущих древостоях.

УДК 630.435 (571.122)

С.В. Залесов, Г.А. Годовалов,  
А.А. Кректунов, Е.Ю. Платонов  
(S.V. Zalesov, G.A. Godovalov,  
A.A. Krektunov, E.Ju.Platonov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ОТ ПРИРОДНЫХ  
ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ Д. ШАПША**  
(POPULATED AREAS PROTECTION AGAINST NATURAL FIRES ON  
THE PATTERN OF VILLAGE SHAPSHA)

*Рассмотрены вопросы защиты населенных пунктов от природных пожаров. Предложен вариант создания эффективных противопожарных барьеров вокруг д. Шапша, позволяющих защитить указанный населенный пункт от лесных пожаров.*

*The article deals with the problems of settlements protection against natural fires. The version of effective anti-fire barriers formation around shapsha has been proposed to protect this settlement against forest fires.*

Природные лесные пожары всегда представляли угрозу для жизни человека. Несмотря на развитие противопожарной техники, совершенствование средств и методов тушения лесных пожаров, средние показатели горимости зачастую не снижаются, а лишь колеблются в значительном интервале в отдельные годы.

Российская Федерация не отличается от многих стран мирового сообщества по частоте возникновения и последствиям природных лесных пожаров. Ежегодно мы узнаем о катастрофических лесных пожарах в Греции, Израиле, Австралии, Калифорнии и других странах.

При рассмотрении опасностей от лесных пожаров на первое место необходимо ставить возможность распространения лесных пожаров на территорию населенных пунктов, так как они несут непосредственную опасность жизни людей. Последнее подтверждается пожарами 2004 года в Курганской области, 2010 года на Европейской части России и судьбой п. Вижай в Свердловской области.

Обеспечить безопасность людей, а также населенных пунктов, можно только созданием эффективной системы противопожарного устройства населенных пунктов.

Анализируя причины перехода лесных пожаров на территорию населенных пунктов, необходимо отметить, что чаще всего подобные ситуации складываются при резком сокращении численности поголовья домашних животных, прежде всего крупного рогатого скота. При этом

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

сено не заготавливается, а, следовательно, трава вокруг населенных пунктов не выкашивается и не славливается. Последнее приводит к резкому увеличению пожарной опасности в весенний и осенний периоды. Кроме того, большую опасность представляют верховые пожары, развитие которых объясняется резким сокращением работ по уборке естественной захламленности и рубкам ухода. Последнее приводит к накоплению напочвенных лесных горючих материалов и, как следствие этого, повышению пожарной опасности.

К сожалению проблемы эффективного противопожарного устройства не нашли четкого определения в действующих нормативно-правовых документах. В недостаточной степени или полностью в этих документах не учитываются также региональные особенности. Основным способом защиты населенных пунктов от лесных пожаров считается создание противопожарных разрывов шириной 20–50 метров. Данное мероприятие без последующей раскорчевки, минерализации и регулярного ухода за минполосами и обеспечения гарантированного проезда в течение пожарного периода лесопожарной техники не обеспечивает решения поставленной задачи. Зачастую противопожарные разрывы превращаются в территории с I-м классом пожарной опасности, т.к. зарастают травой и хвойным подростом, что существенно повышает вероятность возникновения лесных пожаров.

Эффективную защиту населенных пунктов можно обеспечить системой противопожарных мероприятий. Варианты решения вопроса рассмотрим на примере противопожарного устройства деревни Шапша Ханты- Мансийского автономного округа - Югры. С юго-западной, южной и юго-восточной сторон деревня примыкает жилыми и сельскохозяйственными постройками к лесному массиву. С западной, северной и северо-восточной сторон к деревне примыкает пойма проток Неулева и Горная.

Шапша знаменита на весь округ памятником природы «Шапшинские кедровники» и кордоном «Экологическая тропа».

Имеются естественные и искусственные водоемы, используемые для целей пожаротушения, отвечающие установленным требованиям пожарной безопасности. Имеется добровольная пожарная дружина из шести человек и пункт сосредоточения пожарного инвентаря.

В 10-километровой зоне населенного пункта к повышенному классу природной пожарной опасности относятся 17,8 % территории припоселковых лесов. Среднее значение класса пожарной опасности 3,7.

Система противопожарного обустройства д. Шапша основана на использовании как естественных, так и искусственных противопожарных барьеров.

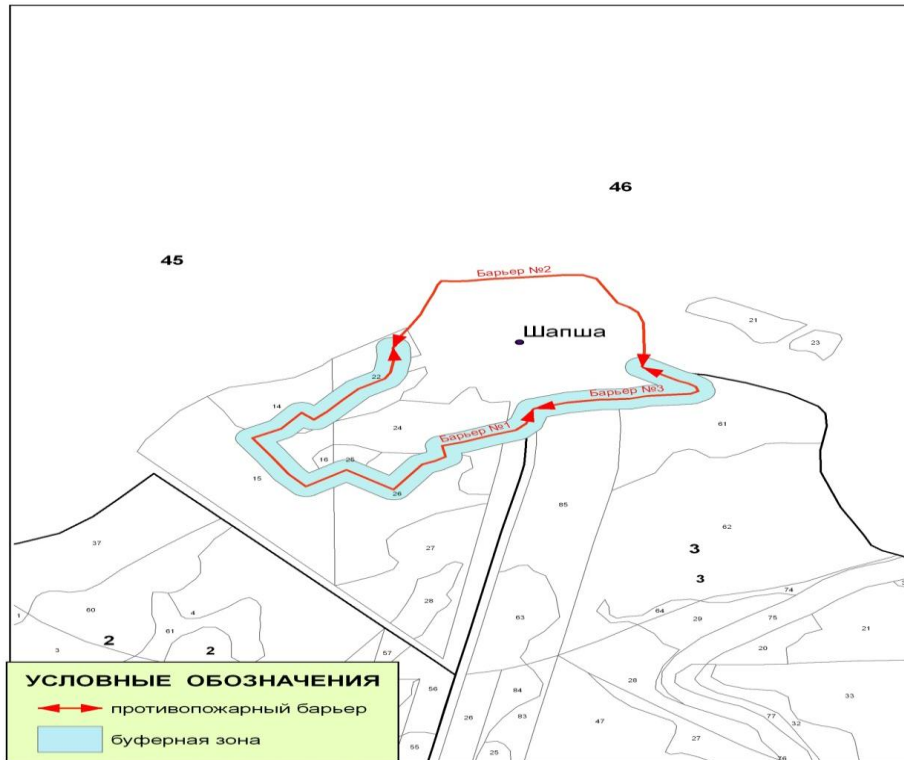
Противопожарный барьер № 1 (рисунок) создается по границе с Шапшинским кедровником на основе минерализованной полосы с

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

удалением в 50-метровой буферной зоне валежа, подроста и подлеска хвойных пород, а также ветвей до высоты 2,5 м. Указанные мероприятия способствуют повышению пожароустойчивости насаждений и недопущению перехода низового пожара в верховой.

Карта - схема противопожарного обустройства д. Шапша

М 1:15 000



Карта-схема противопожарного обустройства д. Шапша

Естественный противопожарный барьер № 2 представляет собой крутой обрыв надпойменной террасы. Проведение дополнительных противопожарных мероприятий не требуется.

Противопожарный барьер № 3 основан на разрубаемом 15-метровом противопожарном разрыве между строениями и стеной леса. После раскорчевки на разрыве создается дорога шириной 4 м, с минерализованными полосами шириной 1,4 м вдоль нее. Кроме того в буферной 50-метровой зоне проводятся мероприятия по повышению пожароустойчивости насаждений.

Учитывая, что лес – явление географическое, необходимо разработать проекты противопожарного устройства для всех населенных пунктов, что позволит защитить население от природных пожаров.



УДК 630.237.2:630.232

С.В. Залесов, А.В. Тукачева  
(S.V. Zalesov, A.V. Tukacheva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ВЛИЯНИЕ ДОБРОВОЛЬНО-ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК  
НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ  
ОСУШЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ**  
(INFLUENCE OF VOLUNTARU-SELECTIVE FELLING  
ON TAXATION PARAMETRES OF THE DRAINED FOREST  
STANDS)

*Изучена продуктивность осушенного сосняка кустарничково-сфагнового после проведения добровольно-выборочной рубки.*

*Efficiency of the drained pine wood kustarnichkovo-sfagnovy after carrying out the voluntary-selective felling was studied.*

Повышение продуктивности лесов является одной из важнейших задач лесного хозяйства. Особое место среди радикальных мер, направленных на решение этой задачи, принадлежит гидромелиорации.

Вмешательство человека в лесоболотные экосистемы посредством устройства сети каналов, проведения различных видов рубок требует оценки и прогнозирования лесоводственно-экологических положительных и отрицательных последствий. Общеизвестно, что любые рубки являются существенным фактором, который выводит лесоболотную экосистему из состояния устойчивого подвижного равновесия и вызывает в ней ответные восстановительные реакции, которые отличаются от таковых в насаждениях, произрастающих на суходолах. Изучение этих реакций позволяет лучше понять структурно-функциональные связи в экосистеме, обеспечивающие ее устойчивость.

Объектом наших исследований стали сосновые насаждения, произрастающие на гидролесомелиоративном стационаре «Северный», который представляет собой осушенное верховое болото, расположенное на территории Уральского учебно-опытного лесхоза Уральского государственного лесотехнического университета. Подробная информация о стационаре приведена в работах А.С. Чиндяева, Л.А. Бирюковой и В.И. Маковского [1, 2].

С целью изучения влияния добровольно-выборочных рубок на рост и продуктивность древостоев сосняка кустарничково-сфагнового Н.А. Кряжевских в 1992 г. (спустя 4 года поле проведения осушительных работ по проекту и под руководством проф. А.С. Чиндяева) на стационаре

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

«Северный» были заложены две постоянные пробные площади (ППП) состоящие из трех секций каждая.

На секциях А и В ППП 011 и А, В, С ППП 012 были проведены выборочные рубки различной интенсивности. Секция С ППП 011 оставалась контрольной [3]. К сожалению, в связи с лесным пожаром, прошедшим в 2010 г. часть опытных объектов была уничтожена огнем, поэтому провести полное обследование не предоставляется возможным. Тем не менее, на сохранившихся секциях ППП 012 по имеющимся 20-летней давности данным и данным, полученными в 2012 г., можно проследить динамику основных таксационных параметров древостоя.

Вследствие проведения добровольно-выборочной рубки было отмечено улучшение санитарного состояния в связи с тем, что в рубку был назначен сухостой и деревья из числа потенциального отпада ближайших лет, а также произошло снижение полноты до 0,6...0,9 и запаса до 57,3...106,7 м<sup>3</sup>/га. Анализ данных, приведенных в таблице, указывает на уменьшение среднего диаметра сразу после проведения рубки на 0,2-1,0 см (1,6 - 9,3 %), а средней высоты – на 0,1-0,4 м (1,0-5,2 %), что обусловлено удалением деревьев с правой части ряда распределения по ступеням толщины [3].

За два десятилетия после начала эксперимента наблюдается значительное увеличение прироста по диаметру, высоте и запасу. Так, например, средний диаметр увеличился на 2,3-2,5 см (17,0-20,0 %), а средняя высота на 1,2-2,0 м (10,6-24,1 %).

Положительным моментом совместного влияния гидролесомелиорации и добровольно-выборочной рубки можно считать увеличение среднегодового прироста по запасу на 2,4...2,5 м<sup>3</sup>/га за исследуемый период. Необходимо отметить, что перестойные древостои хуже адаптируются в изменившихся условиях произрастания и переходят в отпад. Количество сухостоя в первый год после рубки достигает 156-244 шт./га или 10,7-11,6 % от числа деревьев. Причем, по мере приближения к каналам наблюдается увеличение количества сухостойных деревьев.

### ***Выводы***

1. В целом проведение добровольно-выборочной рубки в осушенном сосняке кустарничково-сфагновом не только позволяет заготовить значительное количество товарной древесины, но и способствует улучшению таксационных показателей выращиваемых древостоев.

2. Спустя 20 лет после проведения рубки произошло накопление значительного количества сухостойной древесины, что ухудшает санитарное состояние и в дальнейшем требует повторного проведения рубки.

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на ППП 012  
(в числителе – сырораствующие, в знаменателе – все деревья)

Секция	Возраст, лет	Состав по элементам леса	Показатели					Ярус				Класс бонитета
			Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Количество деревьев, экз./га	Сумма площадей сечения, м <sup>2</sup>	Запас, м <sup>3</sup>	Высота, м	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	
									Абсолютная	Относительная		
<b>До рубки</b>												
<b>А</b>	109	10С	10,2	12,4	2067	25,567	137,5	10,2	<u>25,567</u>	1,00	<u>137,6</u>	Va
		С <sub>сух</sub>		6,4	511	1,524	7,5		27,091		145,6	
<b>В</b>	116	10С	7,7	10,8	2511	21,914	95,6	7,7	<u>21,914</u>	1,00	<u>95,6</u>	Vб
		С <sub>сух</sub>		8,2	322	1,664	7,2		23,578		102,6	
<b>С</b>	99	10С	6,4	9,6	2400	17,091	70,1	6,4	<u>17,091</u>	0,99	<u>70,1</u>	Vб
		С <sub>сух</sub>		7,6	300	1,302	5,2		18,893		75,3	
<b>После рубки</b>												
<b>А</b>	109	10С	10,1	12,2	1767	20,994	108,7	10,1	20,994	08	108,7	Va
<b>В</b>	116	10С	7,3	9,8	2033	15,641	62,1	7,3	15,641	0,9	62,1	Vб
<b>С</b>	99	10С	6,3	9,2	2100	13,931	57,3	6,3	18,931	0,8	57,3	Vб
<b>Спустя 20 лет после рубки</b>												
<b>А</b>	129	10С	11,3	14,7	1567	26,581	154,5	11,3	<u>26,581</u>	0,8	<u>154,5</u>	Va
		С <sub>сух</sub>		7,2	189	0,769	3,3		27,350		157,8	
<b>В</b>	136	10С	9,0	12,1	1811	20,814	108,9	9,0	<u>20,814</u>	0,9	<u>108,9</u>	Vб
		С <sub>сух</sub>		6,7	156	0,550	2,9		21,364		111,8	
<b>С</b>	119	10С	8,3	11,5	1855	19,268	100,4	8,3	<u>19,268</u>	0,8	<u>100,4</u>	Vб
		С <sub>сух</sub>		6,2	244	0,905	4,5		20,173		104,9	

*Библиографический список*

1. Чиндяев А.С. Лесоводственно-мелиоративная характеристика стационара «Северный» Уральского лесотехнического института // Лесоэкологические и полинологические исследования болот на Среднем Урале. Свердловск, 1990. С. 3–13.
2. Чиндяев А.С. Общая характеристика стационара «Северный» в Уральском учебно-опытном лесхозе // Актуальные проблемы осушения на Среднем Урале. Информационные материалы к совещанию. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 171–173.
3. Кряжевских Н.А. Состояние сосновых насаждений и лесоводственная эффективность рубок под влиянием лесоосушительной мелиорации на Среднем Урале: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Кряжевских Надежда Аркадьевна. – Екатеринбург, 1995. 244 с.

УДК 630.237: 630.182.42

А.М. Морозов, А.Г. Магасумова, Е.В. Юровских  
(A.M. Morozov, A.G. Magasumova, E.V. Jurovskih)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ГУСТОТЫ И ВСТРЕЧАЕМОСТИ ПОДРОСТА  
НА БЫВШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ  
(INTERRELATION OF PINE AND BIRCH UNDERGROWTH  
DENSITY AND FREQUENCY ON FORMER ARABLE LANDS)**

*Установлена взаимосвязь густоты и встречаемости подроста сосны и березы на бывших пашнях. Отмечается, что при одинаковых показателях встречаемости густота подроста березы имеет большие значения, чем у подроста сосны.*

*Interrelation of pine and birch undergrowth density and frequency on former arable lands has been determined. It has been noted that when frequency indices are the same the birch undergrowth density has larger values than the pine undergrowth.*

Успешность естественного лесовозобновления помимо густоты подроста зависит от его встречаемости. Достоинством показателя встречаемости является простота определения и возможность использования для этих целей материалов крупномасштабной аэрофотосъемки [1]. Кроме того, густоту подроста можно легко рассчитать, исходя из процента встречаемости при условии равномерного

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

размещения особей по площади. Однако, в большинстве случаев распределение растений в сообществах случайное. Поэтому точный математический расчет связи между показателями густоты и встречаемости подроста не имеет большого практического значения. Прежде чем рассчитать густоту подроста по встречаемости, нужно выявить тип размещения особей, что сделать сложнее, чем непосредственно определить густоту. В то же время представляют интерес крайние значения густоты подроста при разных показателях встречаемости, которые могут быть использованы для обоснования шкал оценки успешности естественного лесовозобновления.

Объектом наших исследований являлись пашни, исключенные из сельскохозяйственного оборота. Преобладающими древесными породами в составе формирующихся молодняков на бывших пашнях являются сосна и береза.

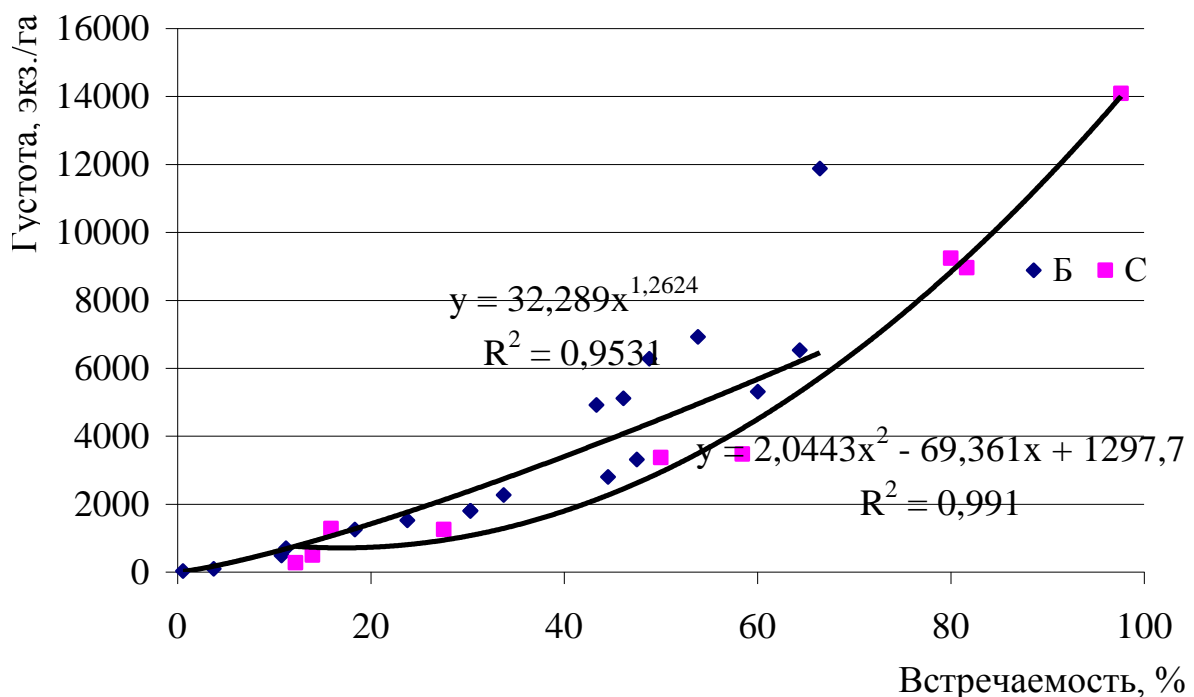
Варьирование густоты подроста сосны возрастает при увеличении процента встречаемости. Наибольшее варьирование густоты – 8958-14088 экз./га – отмечено при встречаемости 80-100 %. При встречаемости 50-60 % густота находится в пределах 3366-3471 экз./га, а при встречаемости до 40 % густота подроста сосны не превышает 1278 экз./га (рисунок). Зависимость густоты от встречаемости для сосны выражается уравнением:

$$Y = 2,0443x^2 - 69,361x + 1297,7, \quad (1)$$

где  $Y$  – густота подроста, экз./га;

$x$  – встречаемость подроста, %.

Представленное уравнение характеризуется достаточно высокой величиной достоверности:  $R^2 = 0,991$ .



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Соотношение встречаемости и густоты подроста на пашне

Варьирование густоты подроста березы также возрастает при увеличении процента встречаемости, достигая максимума при значении 60-70 %. При данной встречаемости густота подроста березы находится в пределах 5313-11875 экз./га. При встречаемости 40-60 % густота не превышает 2795-6923 экз./га, встречаемости 20-40 % соответствует густота 1517-2266 экз./га, при встречаемости до 20 % густота не превышает 986 экз./га (рисунок). В общем, зависимость густоты от встречаемости для подроста березы описывает уравнение следующего вида:

$$Y=32,289x^{1,2624}. \quad (2)$$

Величина достоверности для данной зависимости составила:

$$R^2=0,9531.$$

Таким образом, как для подроста березы, так и для подроста сосны характерно повышение колебаний густоты по мере увеличения процента встречаемости. При равном значении встречаемости у подроста березы наблюдается варьирование густоты в большем диапазоне, чем у сосны. Это позволяет сделать вывод, что распределение подроста березы в большей степени зависит от среды обитания (неоднородность микрорельефа, почвы, условий увлажнения).

При одинаковых показателях встречаемости густота подроста березы имеет большие значения, чем у подроста сосны. Данное явление объясняется тем, что подрост березы распределен по площади обследованных участков менее равномерно, чем подрост сосны и произрастает чаще всего в виде групп от нескольких единиц до нескольких десятков штук в группе.

Для определения минимальной густоты подроста древесных пород на пашне, при которой формируется продуктивный древостой, мы воспользовались нормативами для округа южной тайги [2].

Средняя высота подроста сосны и березы на подавляющем большинстве обследованных участков позволяет отнести его к категории среднего. Для подроста сосны на подзолистых и дерново-подзолистых почвах супесчаных и суглинистых по механическому составу минимальная густота подроста, обеспечивающая естественное лесообразование на вырубках, составила 4,0 тыс. экз./га. Наиболее близкие к нормативу минимальные значения густоты подроста сосны – 3366-3471 экз./га – соответствуют встречаемости подроста 50–60 % (рисунок). Мы считаем, что на пашне условия более благоприятные для формирования молодняков, и эти значения густоты обеспечивают формирование высокопроизводительных древостоев.

Для березы семенного происхождения в инструкции по сохранению подроста на вырубках не указано минимальное количество подроста,

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

обеспечивающее естественное возобновление без проведения лесовосстановительных мероприятий. Данный норматив мы взяли для твердолиственных пород – 2,0 тыс. экз./га. В пределах обследованных нами участков минимальные значения густоты – 1799-2266 экз./га, близкие к нормативному показателю, соответствуют встречаемости 30-40 %.

**Выводы**

1. Характер связи густоты и встречаемости подроста древесных пород на бывших сельскохозяйственных угодьях определяет факт увеличения показателя встречаемости с возрастанием варьирования густоты подроста.

2. Подрост березы распространен по площади бывших сельскохозяйственных угодий менее равномерно, чем подрост сосны, и произрастает чаще всего в виде групп от нескольких единиц до нескольких десятков экземпляров в группе. Последнее объясняет факт большей густоты подроста березы по сравнению с подростом сосны при одинаковых показателях встречаемости.

3. На бывших пашнях значение густоты подроста сосны, при котором естественное возобновление обеспечивает формирование древостоев, составляет в 5-летнем возрасте 3366-3471 экз./га при встречаемости 50-60 %. Значение густоты подроста березы – 1799-2266 экз./га, что соответствует встречаемости 30-40 %.

**Библиографический список**

1. Мартынов А.Н. К вопросу о связи между численностью и встречаемостью подроста. // Лесной журнал, 1995. № 2-3. С. 11.

2. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно-ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса. М., 1984, 16 с.

УДК 630.931

В.А. Помазнюк, М.А. Куликов  
(V.A. Pomaznyuk, M.A. Kulikov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ ЛЕСАМИ  
г. ПЕРМИ**

(LEGAL ASPECTS OF URBAN FOREST MANAGENT  
IN THE CITY OF PERM)

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

*Описываются некоторые проблемы пользования лесными участками городских лесов.*

*The article describes some problems in using of urban forest areas.*

Нормативно-правовая база категории защитных лесов «городские леса» имеет существенные противоречия и недостаточно детализирована. В Лесном кодексе Российской Федерации и в других Федеральных законах нет четкого определения этой категории.

Правовой аспект управления городскими лесами впервые был определен еще в Лесном кодексе 1997 г., где впервые был упомянут данный термин [1]. Однако к настоящему времени правовая база управления городскими лесами до сих пор имеет множество разночтений и неточностей.

Вопрос управления городскими лесами г. Перми с учетом их особенностей остается неизученным. Городские леса занимают площадь более 50 % г. Перми и представляют собой практически непрерывное зеленое кольцо с множественными вкраплениями в жилые массивы. Учитывая рекреационное значение лесных массивов для жизни граждан города, были проведены научно-исследовательские работы по ведению хозяйствования на ландшафтно-экологической, типологической, биологической основе. Однако все эти исследования не имели под собой правового фундамента и, следовательно, рекомендации, сделанные по итогам таких работ, не могли быть реализованы.

Городские леса г. Перми были переданы в ведение органу местного самоуправления указами Губернатора в период 2002-2004 гг. из территорий государственного лесного фонда, из охранной зоны градообразующих заводов. Примечательно, что квартальная сетка передаваемых лесов была различная – от 1×1 до 2×2 км. Документы лесного планирования на передаваемые участки отсутствовали либо устарели.

В последующий период вышеуказанные указы Губернатора были отменены решением суда. До 2012 г. правовой статус городских лесов был не определен.

С принятием Лесного кодекса Российской Федерации 2006 г. существенно изменились требования к ведению лесного хозяйства в городских лесах. Для хозяйствования в городских лесах г. Перми было создано муниципальное учреждение «Пермское городское лесничество». Полномочия этого учреждения были крайне малы, так как не были определены ни границы управляемого ими объекта, ни объемы мероприятий проектируемых при лесоустройстве, ни собственности на эти леса.

С целью получения границ лесничества в 2008 г. ФГУП «Рослесинфорг» были проведены работы по уточнению границ лесничества.



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Итоги данной работы были переданы в Рослесхоз для издания приказа о границах лесничества. В 2010 г. было проведено лесоустройство, разработаны документы: Лесохозяйственный регламент, Материалы лесоустройства, Генплан города, Планы застройки и землепользования. Лишь в феврале 2012 г. был получен приказ об установлении границ Пермского городского лесничества, а в мае этого же года был утвержден постановлением лесохозяйственный регламент Пермского городского лесничества. Несмотря на проведенную работу, город не стал полноценным хозяином лесов. Лесным кодексом Российской Федерации предусмотрено, что муниципалитет может распоряжаться только лесными участками, находящимися в муниципальной собственности [2]. Для этого необходимо провести межевание лесных участков. С учетом площадей городских лесов эта задача практически невыполнимая как с финансовой точки зрения, так и с технической.

Исходя из выше изложенного, складывается правовая коллизия – муниципалитет затрачивает огромные бюджетные средства на охрану, защиту и воспроизводство лесов, но не может ими распоряжаться [3].

Выходом из сложившейся ситуации представляется право законодательной инициативы органа местного самоуправления, с помощью которого возможность нормативно закрепить все леса, расположенные в границах поселения, в качестве муниципальной собственности. В случае принятия такой нормы на федеральном уровне орган местного самоуправления сможет полноценно хозяйствовать городскими лесами.

*Библиографический список*

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 29 января 1997 г. № 22-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 3 февраля 1997 г., № 5, Ст. 610.
2. Лесной кодекс РФ от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 11 декабря 2006, № 50, Ст. 5278.
3. Семьянова А.Ю. Комментарий к Лесному кодексу Российской Федерации (Постатейный) / под ред. С.А. Боголюбова. ЗАО Юстицинформ, 2005.

УДК 630.97

В.А. Помазнюк, Л.В. Латыпова  
(V.A. Pomaznyuk, L.V. Latypova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИИ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ (PROBLEMS OF URBAN FOREST RECREATION)

*Рассматриваются проблемы ограничения пребывания населения на арендованных лесных участках под рекреацию.*

*The article describes the problems of the limits for the population in the rented recreation forest areas.*

Процесс социально-экономического развития регионов неминуемо сказывается на состоянии природной среды, которая не всегда способна утилизировать побочные продукты жизнедеятельности социума и при этом оставаться в экологически равновесном состоянии.

Среди разнообразия рекреационных ресурсов особое место занимают лесные биогеоценозы как наиболее доступные и популярные широкому кругу населения. Их рациональное использование способствует экономическому развитию региона как рекреационного центра.

Следует отметить, что с социально-экономической точки зрения рост спроса на лесные рекреационные продукты и услуги свидетельствует не только о росте общественного благосостояния населения, но и потребности в реализации конституционных прав на отдых. С другой стороны, природоохранной, возрастающий антропогенный пресс на природную среду неизбежно приводит к нарушению состава и структуры экосистем, перманентной их деградации [1].

Рациональное использование лесов для нужд населения – сложная современная проблема, приобретающая большой научный и практический интерес. Важное место в ее разрешении занимают вопросы аренды городских лесов для рекреационной деятельности.

Введённая в новый Лесной кодекс РФ статья о рекреационном использовании лесов отражает мировые тенденции - снижение площади лесов для заготовки древесины и расширение использования лесов, не связанных с изъятием древесных лесных ресурсов. В России сегодня общая площадь лесов, арендуемых под рекреацию, составляет 49 тыс. гектаров, а под заготовку древесины передано 37,4 млн гектаров, то есть почти в тысячу раз больше. При этом в госбюджет за рубку леса в прошлом году поступило 12 млрд рублей, а за рекреацию – 1,8 млрд рублей. Таким образом, с учетом разницы в цене аренды, сдавать участки под рекреацию государству в 100 раз выгоднее [2].

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Однако при нынешнем порядке предоставления лесов в аренду существует ряд проблем. Длительные сроки аренды лесных участков создают у арендаторов иллюзию владения этими участками на праве собственности, у других - надежду на перспективу их приватизации в недалеком будущем, у третьих - желание перевода лесных участков из состава земель лесного фонда в земли иных категорий также для последующей их передачи в частные руки.

Цель нынешней аренды очевидна - приватизировать социальные полезности леса, то есть, внося государству установленную плату, сделать так, чтобы прогулка в лесу в границах арендованного участка стала исключительным правом самого гражданина, его семьи и гостей. Фактически это приведет к расширению границ дачных участков, принадлежащих гражданам на правах частной собственности, с установлением по периметру лесных участков заборов, исключающих возможность для населения воспользоваться теми правами, которые ему дают Конституция РФ и Лесной кодекс РФ.

Нельзя отождествлять бесплатное пребывание граждан в лесу с необходимостью оплаты ими предоставляемых услуг, которые делают пребывание более комфортным. К таким услугам относятся предоставление стоянок для парковки автомашин и ночлега в специальных оборудованных местах (домики, палатки), продажа древесного топлива.

Для предотвращения этого необходимо принять ряд поправок в лесное законодательство, которые будут гарантировать права гражданам на бесплатный доступ к арендованным участкам леса, а у арендаторов не будут создавать иллюзию владения этими участками на праве собственности. Одним из путей решения данной проблемы может быть сокращение срока аренды лесных участков для рекреационных целей с 49 до 10 лет, а также разработка четкого перечня объектов, разрешенных для возведения на этих участках.

*Библиографический список*

1. Приказ Рослесхоза от 14 декабря 2010 г. № 485 «Об утверждении особенностей использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водоохранных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов».

2. Николаенко Д.В. Рекреационное ресурсоведение: учеб. пособие. М.: ВЛАДОС, 2007.

УДК 630.931

В.А. Помазнюк, С.С. Ширинкин  
(V.A. Pomaznyuk, S.S. Shirinkin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**«ПАЛКИ В КОЛЕСАХ» ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА  
(SOME PROBLEMS IN FORESTRY)**

*Рассматриваются проблемы в лесном законодательстве, лесной науке и практике.*

*The article describes some problems in forest legislation, forest science and forest practice.*

Уже давно не секрет что в России две беды. В лесном хозяйстве беда всего одна, но она играет огромную отрицательную роль в его развитии. Если посмотреть на лесное хозяйство РФ - оно состоит из трех больших частей. Первая - это наука о лесном хозяйстве, которая включает в себя лесоустройство, таксацию, лесоводство и многие другие разделы науки. Вторая часть – это законодательство в области лесного хозяйства. И третья – это лесное хозяйство скажем так «в поле», сюда относится заготовка леса, натурная таксация и др. [1].

И вот главная беда нашего лесного хозяйства, в стране, где колоссальные запасы лесных ресурсов, это отсутствие должной связи между вышеуказанными составляющими.

К примеру, сейчас в университетах и НИИ России в области лесного хозяйства создается не столь много инноваций, как например в области компьютерных технологий или открытий в медицине. А те, которые создаются зачастую так и остаются в стенах российских лесных вузов. Это связано с недостаточным финансированием, нежеланием государства развивать отечественное лесное дело, а внедрение новейших технологий у частных контор потребует вложения больших денег, а арендаторы предпочитают работать по старым технологиям, чтобы получать как можно больше прибыли – вряд ли арендатор станет покупать многомиллионный харвестер когда можно купить старенький трелевочник и нанять бригаду лесорубов.

Лесозаготовители до сих пор используют хлыстовую технологию, в то время как в мире активно применяется сортиментная технология.

Удивляет несовершенство законодательства в лесном хозяйстве. В некоторых субъектах нашей страны запрещены рубки обновления или переформирования в спелых защитных лесах. Вдоль рек может стоять спелый лес и выпадать, но зайти в него с пилой закон не позволяет.

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Зачастую проекты освоения лесов могут находиться на государственной экспертизе более установленного срока [2]. Другими словами, арендатор платит арендную плату, а в лес зайти не может.

Всех многочисленных казусов в лесном законодательстве РФ не перечислить.

Третья часть лесного хозяйства – натурные работы. Различные недорубы и перерубы, оставление на делянках брошенного круглого леса. Зачастую почти полное несоблюдение законов в виду практически полной безнаказанности.

Проблема нашего лесного хозяйства и в том, что мало инноваций вводится в жизнь, законы, которые не дают развиваться арендаторам как основному лесозаготовителю в России. Остается надеяться что мощное «колесо» нашего отечественного лесного хозяйства все-таки переломит все эти трудности, и мы перестанем закупать зарубежную технику, перестанем продавать круглый лес за границу и перестанем бросать сотни кубометров древесины на делянках.

*Библиографический список*

1. Лесной кодекс РФ от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 11 декабря 2006.

2. Приказ Рослесхоза от 22 декабря 2012 г. № 545 «Об утверждении Порядка государственной или муниципальной экспертизы проекта освоения лесов»

УДК 630.232:630.905

Н.Н. Чернов  
(N.N. Chernov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ ПАРНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ  
ОСНОВНЫХ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КУЛЬТУР СОСНЫ**  
(ESPECIALLY PAIRED CORRELATIONS MAIN INDICATORS OF  
PINE FOREST INVENTORY)

*Система корреляционных связей предполагает использование приемов ранговой корреляции, установления прямолинейной и криволинейной корреляционной связи больших и малых выборок, прямой и обратной связи.*

*System assumes the use of correlation techniques rank correlation, setting rectilinear and curvilinear correlation of large and small samples, the forward and reverse links.*

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Установление корреляционной связи таксационных показателей (признаков) призвано выявить наличие этой связи и ее силу (тесноту). Чем выше сила (теснота) связи таксационных показателей, тем больше такая связь приближается к функциональной. Кроме того, все таксационные показатели между собой взаимосвязаны, поэтому каждый из двух коррелируемых между собой показателей воздействует на другие таксационные показатели отдельно и, кроме того, оба коррелируемых показателя действуют вместе, во взаимодействии между собой. В связи с этим целесообразно одновременное изучение связей всего комплекса основных таксационных показателей с использованием методов парных и множественных корреляций.

Система корреляционных связей предполагает использование приемов ранговой корреляции, установления прямолинейной и криволинейной корреляционной связи больших и малых выборок, прямой и обратной связи. В данной работе эти методы использованы по мере лесоводственной целесообразности их применения.

В табл. 1 сведены результаты расчетов коэффициентов прямолинейной корреляции  $R$ , показателей криволинейной корреляции (корреляционного отношения)  $\eta$  и показателей детерминации прямолинейной  $R^2$  и криволинейной  $\eta^2$  связей.

Таблица 1

Сводная ведомость коэффициентов парной корреляции, корреляционных отношений и показателей детерминации

Коррелируемые таксационные показатели	Варианты опыта	Статистика связи			
		$R$	$R^2$	$\eta$	$\eta^2$
Протяженность кроны × диаметр стола на высоте 1,3 м ( $L_{кр.} \times D_{1,3м}$ )	1	0,92	0,84	0,67	0,45
	2	0,90	0,82	0,61	0,37
Ширина кроны × диаметр ствола на высоте 1,3 м ( $D_{кр.} \times D_{1,3м}$ )	1	0,96	0,93	0,34	0,12
	2	0,91	0,83	0,36	0,13
Высота ствола × диаметр ствола на высоте 1,3 м ( $H \times D_{1,3м}$ )	1	0,95	0,90	0,66	0,44
	2	0,90	0,81	0,61	0,37
Ширина кроны × протяженность кроны ( $D_{кр.} \times L_{кр.}$ )	1	0,90	0,81	0,34	0,12
	2	0,87	0,75	0,36	0,13
Протяженность кроны высота × ствола ( $L_{кр.} \times H$ )	1	0,95	0,90	0,67	0,45
	2	0,96	0,92	0,61	0,37
Высота ствола × ширина кроны ( $H \times D_{кр.}$ )	1	0,92	0,84	0,34	0,12
	2	0,83	0,69	0,36	0,13

*Примечание.* В таблицах:  $D_{кр.}$  – ширина кроны как среднее значение из двух взаимно перпендикулярных измерений;  $L_{кр.}$  – протяженность живой кроны.

Приведенные в табл. 1 значения коэффициента корреляции  $R$  и корреляционного отношения  $\eta$  во всех случаях статистически достоверны при числе коррелируемых пар 34 и 29, использованных в вариантах опыта

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

1 и 2, соответственно. Статистически достоверны и различия между значениями коэффициента корреляции  $R$  и корреляционного отношения  $\eta$  в каждой коррелируемой паре таксационных показателей; имеющиеся в наличии материалы позволяют делать надежные статистически достоверные выводы.

Данные табл. 1 свидетельствуют о значительном превышении значений коэффициента парной корреляции  $R$  над значениями корреляционного отношения, при этом величина превышения достигает 1,5 – 3 раз. Коэффициенты корреляции варьируют в пределах 0,83 – 0,96, свидетельствуя о тесной и очень тесной связи коррелируемых показателей. Корреляционные отношения изменяются в амплитуде 0,34 – 0,67, соответствуя криволинейной связи исследуемых таксационных показателей древостоя от слабой до умеренной. Следовательно, при парном коррелировании основных таксационных показателей древостоев культур в 19-летнем возрасте преобладают прямолинейные корреляционные связи высокой и очень высокой тесноты.

Представляет интерес возможность использования корреляционного анализа в первую очередь для обоснования методических подходов к оценке начала дифференциации древостоев культур сосны в росте в 19-летнем возрасте. Для сравнения использованы культуры с текущей густотой в 1-м и 2-м вариантах опыта 1024 и 1704 шт/га, соответственно.

Для изучаемого вопроса влияния густоты древостоя 19-летних культур сосны на начало входа его в фазу острой дифференциации важно оценить тесноту связей таксационных показателей при их парном коррелировании в сравнительно редких (вариант опыта 1) и густых (вариант опыта 2) культурах. По степени тесноты связи коррелируемые пары признаков располагаются в порядке их убывания в варианте опыта 1 (табл. 2).

Таблица 2

Ранжированное распределение коэффициентов корреляции парной прямолинейной связи таксационных показателей древостоя

Коррелируемые таксационные показатели		Вариант опыта 1		Вариант опыта 2	
		R	Ранг	R	Ранг
1	Ширина кроны × диаметр ствола на высоте 1,3 м ( $D_{кр.} \times D_{1,3м}$ )	0,96	1	0,91	2
2	Высота ствола × диаметр ствола на высоте 1,3 м ( $H \times D_{1,3м}$ )	0,95	2,5	0,90	3,5
3	Протяженность кроны × высота ствола ( $L_{кр.} \times H$ )	0,95	2,5	0,96	1
4	Протяженность кроны × диаметр ствола на высоте 1,3 м ( $L_{кр.} \times D_{1,3м}$ )	0,92	4,5	0,90	3,5
5	Высота ствола × ширина кроны ( $H \times D_{кр.}$ )	0,92	4,5	0,83	6
6	Ширина кроны × протяженность кроны ( $D_{кр.} \times L_{кр.}$ )	0,90	6	0,87	5

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Значения коэффициента корреляции  $R$  в более редких культурах во всех парных корреляциях выше, чем в более густых, хотя различия их статистически недостоверны (значение  $t$  – критерия различия не превышает 1,5 при табличном значении, равном 2); следовательно, наблюдается лишь тенденция к снижению тесноты связи в густых культурах, являющаяся следствием ускорения дифференциации культивируемых растений в росте при высокой текущей густоте древостоя.

Данные табл. 3 свидетельствуют о наличии тенденции увеличения рангов коэффициентов корреляции в варианте опыта 2 при закономерном увеличении рангов коэффициентов корреляции в варианте опыта 1. Наблюдаемая тенденция увеличения значений коэффициентов корреляции в варианте опыта 2 не носит закономерного характера, поэтому степень тесноты связи коэффициентов корреляции в вариантах опыта 1 и 2 следует оценить с использованием метода ранговой корреляции; вычисления приведены в табл. 3.

Таблица 3

Вычисление корреляции рангов таксационных показателей древостоя

Коррелируемые показатели	Коэффициенты корреляции $R$ по вариантам опыта		Ранги по вариантам опыта		$h_1 - h_2$	$(h_1 - h_2)^2$
			1	2		
	1	2	$h_1$	$h_2$		
$D_{кр.} \times D_{1,3м}$	0,96	0,91	1	2	- 1	1
$H \times D_{1,3м}$	0,95	0,90	2,5	3,5	- 1	1
$L_{кр.} \times H$	0,95	0,96	2,5	1	1,5	2,25
$L_{кр.} \times D_{1,3м}$	0,92	0,90	4,5	3,5	1	1
$H \times D_{кр.}$	0,92	0,83	4,5	6	- 1,5	2,25
$D_{кр.} \times L_{кр.}$	0,90	0,87	6	5	1	1
Сумма	-	-	21	21	- 3,5 + 3,5	8,5

Показатель ранговой корреляции исчислен по формуле

$$r = 1 - 6 \sum n \cdot d^2 / n (n^2 - 1),$$

где  $dn$  – разность между рангами коэффициентов корреляции.

В опыте:

$$\rho = 1 - 6 \cdot 8,5 / 6 \cdot (6^2 - 1) = 1 - 51 / 210 = 0,76.$$

Коэффициент ранговой корреляции  $\rho = 0,76$  свидетельствует о близких значениях и тесной связи парных коэффициентов корреляции таксационных показателей в сравниваемых вариантах опыта 1 (с более низкой густотой культур) и 2 (с более высокой густотой культур). При показателе детерминации  $\rho^2 = 0,76^2 = 0,58$  различия в тесноте парных связей таксационных показателей в сравниваемых вариантах опыта не являются надежными индикаторами более раннего наступления фазы острой дифференциации в более густых культурах сосны в возрасте 19 лет в сравнении с более редкими.



УДК 630

А.В. Бачурина, А.Н. Михеев, С.В. Бачурина  
(A.V. Bachurina, A.N. Miheev, S.V. Bachurina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ,  
ПОДВЕРЖЕННЫХ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ**  
(**BIOLOGICAL ACTIVITY OFF OREST SOILS,  
SUBJECT TO AERO TECHNOGENIC POLLUTION**)

*Установлено влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабаимедь» на показатели биологической активности почв в сосновых и березовых насаждениях.*

*Influence of industrial emissions of JSC Karabashmed on indicators of biological activity of soils in pine forests and birch forests is established.*

Известно, что показателями биологической активности почв могут служить количественные характеристики численности и биомассы разных групп почвенной биоты, их общая продуктивность, активность основных процессов, связанных с круговоротом элементов, ферментативная активность почв, а также количество и скорость накопления некоторых продуктов жизнедеятельности почвообитающих организмов [1]. В почвенном покрове наиболее мощные потоки тяжелых металлов возникают вокруг предприятий черной и цветной металлургии, причем более 95 % их попадает в почвы в виде техногенной пыли [2]. Воздействие аэропромвыбросов создаёт условия для развития и размножения микроорганизмов, которые ранее не были доминантными в лесной почве. Сукцессия популяций микроорганизмов имеет тенденцию к преобладанию бактериальной группы, которая характеризует подстилку с очень вялым течением мобилизационных процессов, и, вследствие этого, разложение опада происходит очень медленно, и он накапливается на поверхности почвы [3]. В задачи наших исследований входило определение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов в зависимости от удалений от источника загрязнения в двух типах леса: сосняке и березняке разнотравно-злаковом.

Исследования по влиянию промышленных поллютантов на показатели биологической активности почв (БАП) проведены на 5 постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в сосняках разнотравно-злакового типа леса IV – V классов возраста и 6 ППП, заложенных в производных разнотравно-злаковых березняках IV – V класса возраста. ППП расположены в северо-восточном направлении от источника поллютантов – ЗАО «Карабаимедь» (Челябинская область) – на

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

расстоянии 3,8 – 17,5 км. Условно-контрольные ППП находятся в северном направлении и удалены от источника загрязнения на 31 – 32 км.

Загрязняющие вещества от источника загрязнения поступают в атмосферу в виде пыли и газообразных веществ. Они содержат различные токсичные элементы и соединения, среди которых преобладают серосодержащие вещества. Основными выбросами медеплавильного производства являются: диоксид серы (около 90 %), оксид углерода, неорганическая пыль, оксид меди, оксид цинка, кроме того, свинец, мышьяк, диоксид азота.

Для определения активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов нами был использован метод аппликаций [4]. В качестве тестов использовались кусочки хлопчатобумажной ткани размером 100х200 мм. На каждой ППП в летний период (июль) закладывалось по 10 тестов под лесную подстилку на поверхность почвы. При закладке опыта учитывалась парцеллярная неоднородность изучаемых насаждений. Спустя 60 дней тесты извлекались, очищались от частиц почвы и лесной подстилки, высушивались до абсолютно сухого состояния и взвешивались. Разложение клетчатки определялось по разнице массы тестового материала до и после экспозиции, что позволило опосредованно определить актуальную биологическую активность почв.

Выявлено, что показатели БАП в насаждениях, расположенных на различном удалении от источника промышленных поллютантов, неоднозначны и находятся в интервале 0,5...37,9 % (сосняки) и 3,9...36,9 % (березняки). В сосновых насаждениях за период экспозиции наименьшему разложению подверглась тестовая ткань, заложенная на ППП, наиболее приближенной к ЗАО «Карабашмедь». Максимальная же интенсивность разложения отмечается на ППП, расположенной на расстоянии 13,8 км от источника загрязнения, и составляет 37,9 %, что превышает аналогичный показатель на условно-контрольной ППП на 12,5 %. В берёзовых насаждениях минимальное значение показателя БАП (3,9 %) отмечается на ППП, находящейся на расстоянии 3,8 км от источника поллютантов. С удалением ППП от ЗАО «Карабашмедь» до 8,5 км наблюдается постепенное увеличение данного показателя. Максимальное значение интенсивности разложения, равное в 36,9 %, отмечено на ППП, удалённой от источника поллютантов на 17,5 км, что меньше значения аналогичного показателя на условно-контрольной ППП на 8,3 %.

Вследствие проведения эксперимента обнаружено, что в березняках процесс деструкции целлюлозы протекает быстрее, чем в сосняках. Очевидно, что на интенсивность накопления органического вещества в насаждениях, в частности на мощность лесной подстилки, оказывает влияние биологическая активность почвы.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Проведён регрессионный анализ зависимости показателя интенсивности разложения тестовой ткани и мощности лесной подстилки. В березняках данная зависимость описывается уравнением

$$y = 0,0028x^2 - 0,2487x + 7,3708. \quad (1)$$

Величина достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,79$ , а в сосняках применимо следующее уравнение:

$$y = 0,0037x^2 - 0,2192x + 6,9201. \quad (2)$$

Величина достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,66$ . Уровень надёжности для уравнений составляет 95 %. Из уравнений 1 и 2 следует, что при увеличении интенсивности разложения целлюлозы на 1 % в березняках происходит уменьшение мощности подстилки на 0,24 см, а в сосняках – на 0,20 см.

В результате проведённых нами исследований установлено влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» на показатели биологической активности почв. Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. В сосновых и берёзовых насаждениях минимальные значения показателей БАП (0,5 и 3,9 % соответственно) отмечаются на ППП, наиболее приближенных к ЗАО «Карабашмедь».

2. В березняках процесс деструкции целлюлозы протекает быстрее, чем в сосняках.

3. Количественная закономерность снижения мощности лесной подстилки с увеличением интенсивности разложения целлюлозы описывается уравнениями:

$$y = 0,0028x^2 - 0,2487x + 7,3708 \text{ (березняки) и}$$

$$y = 0,0037x^2 - 0,2192x + 6,9201 \text{ (сосняки).}$$

*Библиографический список*

1. Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов / И.А. Юсупов, Екатеринбург: УГЛТА, 1999. 185 с.

2. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва-растение. Новосибирск, 1991. 151 с.

3. Шибалова Н.М., Бабушкина Л.Г., Коковкина Т.Г. Взаимосвязь накопления фторосодержащих соединений в лесной подстилке с видовым составом микроскопических грибов // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург, 1990. № 15. С. 163-172.

4. Залесов С.В., Луганский Н.А. Проходные рубки в сосняках Урала. Свердловск, 1989. 128 с.

УДК 630.23:626 (475.5)

С.В. Залесов, А.Н. Михеев  
(S.V. Zalesov, A.N. Mikheev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
НА РАЗНЫХ ГРАДИЕНТАХ ВЫСОТ В РАЙОНЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАО «КАРАБАШМЕДЬ»  
(THE LIVE GROUND COVER SPECIFIC COMPOUND  
ON THE DIFFERENT GRADIENTS OF HEIGHT IN THE AREA OF  
INDUSTRIAL POLLUTION ZAO «KARABASHMED»)**

*Изучено флористическое разнообразие живого напочвенного покрова на склонах разной экспозиции и градиентов высот в условиях воздействия аэропромвыбросов ЗАО «Карабашмедь». Установлено, что видовой состав живого напочвенного покрова представлен всего 29 видами, при этом только такие виды, как Качим уральский, Кровохлебка лекарственная, встречаются на всех градиентах высот.*

*The live ground cover floral variety on the slopes of different expositions and gradients of height has been learnt under conditions of air industrial pollution influenced by ZAO 'Karabashmed'. It has been determined that live ground cover specific compound is represented in total by 29 species, meanwhile only *Sanguisorba officinalis* and *Gypsophila uralensis* are found in all gradients of height.*

В Уральском регионе функционируют различные промышленные предприятия, деятельность которых влечёт за собой загрязнение атмосферы вредными выбросами, оказывающими отрицательное влияние на динамику развития лесных экосистем. В результате воздействия аэропромвыбросов в ряде регионов Урала сформировались неблагоприятные условия для произрастания лесной растительности [1].

ЗАО «Карабашмедь» – крупный медеплавильный комбинат, расположенный в г. Карабаш Челябинской области, является единственным источником токсичных выбросов в исследуемом районе. Следовательно, его можно считать моноисточником.

В результате многолетней деятельности медеплавильного завода из-за грубых нарушений принципов рационального землепользования, отсутствия современных газоочистных сооружений в городе сложилась крайне неблагоприятная экологическая обстановка: огромная площадь нарушенных земель, загрязнение почв, атмосферного воздуха, водоемов, подземных вод вредными веществами, гибель растительности [2].

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Живой напочвенный покров является одним из компонентов лесного насаждения, наиболее чутко реагирующим на загрязнение окружающей среды. В первую очередь это связано с наличием поверхностной корневой системы травянистых растений [3].

Нами в 2012 году, в районе техногенного загрязнения ЗАО «Карабашмедь» на склонах горы Лысой изучался видовой состав живого напочвенного покрова (ЖНП) на различных градиентах высот.

ЖНП описывался на учётных площадках размером 0,5 x 0,5 м по 50...60 шт., равномерно размещённых на горизонтальных трансектах в различных частях склона горы (подножие, середина, вершина). На каждой учётной площадке срезался весь живой напочвенный покров на уровне поверхности почвы. Затем он сортировался по видам [4]. Гербаризация растений проводилась по стандартным методикам. Виды растений устанавливались по определителю П.В. Куликова [5].

На основании полученных данных нами составлен флористический список растений, который отображает видовое разнообразие травянистых растений, произрастающих на территории района исследования (таблица).

Видовой состав живого напочвенного покрова на различных градиентах высот

№	Название вида	Западный склон			Восточный склон		
		Подножие	Середина	Вершина	Подножие	Середина	Вершина
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Осот полевой</b> <i>Sonchus arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	+				+	
2	<b>Пырей ползучий</b> <i>Elytrigia repens</i> (L.)		+		+	+	
3	<b>Кровохлебка лекарственная</b> <i>Sanguisorba officinalis</i> L.		+	+	+	+	+
4	<b>Паслен сладко-горький</b> <i>Solanum dulcamara</i> L.		+			+	+
5	<b>Львиный зев</b> <i>Anthirrhinum</i> L.	+					
6	<b>Вика, горошек</b> <i>Vicia</i> L.	+			+		
7	<b>Мать-и-мачеха</b> <i>Tussilago</i> L.	+			+		
8	<b>Вьюнок полевой</b> <i>Convolvulus arvensis</i> L.	+			+		
9	<b>Иван-чай узколистный</b> <i>Chamaenerion Seguier angustifolium</i> (L.) Scop.	+	+		+	+	
10	<b>Мятлик луговой</b> <i>Poa pratensis</i> L.	+	+		+	+	
11	<b>Цикорий обыкновенный</b> <i>Cichorium intybus</i> L.	+	+		+	+	
12	<b>Тысячелистник обыкновенный</b> <i>Achillea millefolium</i> L.			+		+	+
13	<b>Горец змеиный</b> <i>Bistorta Scop. officinalis</i> Delarbre		+			+	

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
14	<b>Качим уральский</b> <i>Gypsophila uralensis</i> Less.	+	+	+	+	+	+
15	<b>Мордовник русский</b> <i>Echinops ruthenicus</i> Vieb.		+	+		+	+
16	<b>Хвощ полевой</b> <i>Equisetum arvense</i> L. subsp. <i>arvense</i>	+			+		
17	<b>Щетинник зеленый</b> <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	+			+		
18	<b>Купена лекарственная</b> <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.)		+			+	
19	<b>Лук прямой</b> <i>Alliaceae</i> <i>Agardh strictum</i> Schrad.		+			+	+
20	<b>Бурачок извилистый</b> <i>Alyssum</i> <i>tortuosum</i> Waldst.et Kit. ex Willd.		+			+	+
21	<b>Тмин обыкновенный</b> <i>Carum carvi</i> L.		+	+	+		
22	<b>Василисник малый</b> <i>Thalictrum minus</i> L. subsp. <i>minus</i>		+				+
23	<b>Осока буроватая</b> <i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir.		+			+	+
24	<b>Минуартия весенняя</b> <i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern			+			+
25	<b>Козелец гладкий</b> <i>Scorzonera glabra</i> Rupr.		+	+		+	+
26	<b>Подмаренник настоящий</b> <i>Galium verum</i> L.		+		+	+	
27	<b>Молочай Сегье</b> <i>Euphorbia seguieriana</i> Neck		+	+			
28	<b>Вейник наземный</b> <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.)	+	+		+	+	+
29	<b>Полынь горькая</b> <i>Arnemisia absinthium</i> L.		+			+	+

Анализируя данные, полученные на различных градиентах высот и экспозициях склонов, можно сделать следующие выводы:

1. Всего на склонах в районе техногенного загрязнения отмечено 29 видов травянистых растений. Несмотря на малочисленность видов трав, среди них можно отметить виды лесной и луговой экологии.

2. С изменением отметки высот, а также на различных экспозициях склона меняется и флористический состав живого напочвенного покрова. Очевидна приуроченность тех или иных видов к положению на склоне, будь то вершина, подножие или середина склона.

3. Особо следует отметить, что максимальное количество видов ЖНП зафиксировано в нижней и средней частях склона. Число видов растений варьирует от 12 до 20.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

4. Из всех видов живого напочвенного покрова доминируют 5-6 видов, остальные виды встречаются единичными особями.

5. Из травянистых растений лишь некоторые виды, такие как Качим уральский – *Gypsophila uralensis* Less., Кровохлебка лекарственная – *Sanguisorba officinalis* L., Вейник наземный *Calamagrostis epigeios* L., распространены практически на всех градиентах высот склонов.

*Библиографический список*

1. Страхов В.В. Состояние лесных ресурсов европейско-уральской части России // Леса русской равнины. М., 1993. С. 201–208.

2. Бачурина А.В. Влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» на состояние прилегающих лесных насаждений: автореф. дисс.... канд. с.-х. наук / А.В. Бачурина. Екатеринбург, 2008. 16 с.

3. Воробейчик Е.Л., Хантемирова Е.В. Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение: зависимость доза-эффект // Экология. 1994. № 3. С. 31–43.

4. Залесов С.В., Зотеева Е.А., Магасумова А.Г., Швалева Н.П. Основы фитомониторинга: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 76 с.

5. Куликов П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области. Екатеринбург: УроРАН, 2010.

УДК 630.432

И.Э. Ольховка  
(I.E. Olhovka)  
УЛГТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### **АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ (FIRE-LOAD INDEX OF FORESTS IN KURGAN REGION)**

*Проанализировано распределение лесного фонда Курганской области по классам природной пожарной опасности и показателям фактической горимости лесов. Установлена зависимость между показателями фактической горимости, составом древостоев и антропогенной нагрузкой. Отмечается необходимость разработки лесопожарного районирования лесов.*

*The article deals with forest stock distribution in Kurgan region according to there natural fire hazard index classes and real fire-load index of forests. The dependence between real fire-load index, forest stand composition and anthropogenic load has been established. The necessity to work out forest zoning has been noted.*

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Объектом изучения горимости лесов явились леса лесостепи Южного Зауралья – леса Курганской области. За период с 1996 по 2010 гг. в данном регионе произошло 11206 пожаров на площади 123895,218 га (табл. 1).

Общеизвестно, что горимость лесов зависит от многих факторов, основными из них являются: тип лесорастительных условий, характеристика древостоя, метеорологические условия, степень антропогенного воздействия. Анализ горимости лесов Курганской области проводился с учетом этих факторов.

Территория Курганской области находится в лесостепной зоне и относится к двум лесорастительным районам: Западно-Сибирскому подтаежно-лесостепному району и к Южно-Уральскому району.

Вероятность возникновения лесных пожаров в большинстве лесничеств Курганской области средняя (табл. 1). Слабая вероятность возникновения пожаров наблюдается в Юргамышском лесничестве, высокая – в Курганском, Куртамышском и Белозерском лесничествах.

Таблица 1

Распределение площади лесного фонда Курганской области по классам природной пожарной опасности лесов

Лесничество	Общая площадь, тыс.га	Площадь лесного фонда по классам природной пожарной опасности, %					Средний класс природной пожарной опасности	Вероятность возникновения лесного пожара
		I	II	III	IV	V		
<b>Лесостепная зона (Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной район)</b>								
Белозерское	117,6	26,9	41,4	24,9	6,8	-	II,1	Высокая
Варгашиноское	187,3	5,3	6,1	40,8	47,8	-	III,3	Средняя
Глядянское	94,4	10,0	14,0	74,0	2,0	-	II,7	Средняя
Каргапольское	167,6	9,1	34,1	30,8	26,0	-	II,7	Средняя
Курганское	161,7	44,0	20,0	29,0	7,0	-	II,0	Высокая
Куртамышское	134,1	21,0	14,0	56,0	9,0	-	II,5	Высокая
Петуховское	110,3	4,6	7,7	24,7	63,0	-	III,5	Средняя
Шадринское	112,8	11,6	18,9	60,9	8,6	-	II,7	Средняя
Шатровское	187,2	35,0	25,0	28,0	10,0	2	III,0	Средняя
Юргамышское	158,9	27,6	15,6	40,5	16,3	-	III,6	Слабая
<b>Лесостепная зона (Южно-Уральский район)</b>								
Шумихинское	219,9	12,5	11,5	37,4	36,7	1,9	III,0	Средняя
Далматовское	193,5	11,4	3,2	15,7	64,3	5,4	III,5	Средняя
<b>Итого</b>								
га	1845,3	342,6	314,5	674,5	495,2	18,4	-	-
%	100	18,57	17,04	36,55	26,84	1,00	III,0	Средняя



***ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013***

Показатели фактической горимости свидетельствуют, что степень горимости лесов Курганской области по количеству и площади лесных пожаров за изучаемый период является высокой, а в Каргапольском, Курганском, Шадринском и Куртамышском лесничествах – чрезвычайно высокой (табл. 2).

Таблица 2

Показатели фактической горимости лесного фонда Курганской области за период с 1996 по 2010 гг.

Лесничество	Общая площадь лес-ва, га	Площадь, пройденная пожарами, га	Кол-во пожаров, шт.	Показатели горимости			
				Кол. пожаров на 1000 га в год, шт.	Средняя площадь 1 пож. в год, га	Площадь пожара на 1000 га в год, га	Степень горимости
<b>Лесостепная зона (Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной район)</b>							
Белозерское	117566	6087,4	308	0,2	19,8	3,9	Высокая
Варгашинское	187297	9981,6	903	0,3	11,0	3,5	Высокая
Глядянское	94416	7508,1	729	0,5	10,3	5,3	Высокая
Каргапольское	167595	20129,5	438	0,2	45,9	8,0	Чр.высокая
Курганское	161675	31556,9	3048	1,4	10,3	14,0	Чр.высокая
Куртамышское	134137	12362,7	816	0,5	15,1	6,8	Чр.высокая
Петуховское	110355	4700,5	1132	0,7	4,2	2,8	Высокая
Шадринское	112781	6771,5	866	0,9	7,8	6,5	Чр.высокая
Шатровское	187169	2365,2	122	0,1	19,4	1,1	Высокая
Юргамышское	158935	10895,1	825	0,5	13,2	5,2	Высокая
<b>Лесостепная зона (Южно-Уральский район)</b>							
Шумихинское	219884	7126,7	1306	0,5	5,5	2,7	Высокая
Далматовское	193459	4409,9	713	0,3	6,2	1,7	Высокая
<b>Всего</b>	<b>1845269</b>	<b>123895,1</b>	<b>11206</b>	<b>0,5</b>	<b>11,1</b>	<b>5,1</b>	<b>Высокая</b>

Проанализировав данные горимости лесов Курганской области за период 1996 – 2010 гг., можно сделать следующие выводы:

1. Вероятность возникновения пожаров в большинстве лесничеств Курганской области средняя. Лишь в Белозерском, Курганском, Куртамышском лесничествах отмечается высокая вероятность возникновения лесных пожаров.

2. Фактическая горимость лесов Курганской области по пройденной огнем площади характеризуется как высокая. Самые высокие показатели горимости зафиксированы в Курганском лесничестве, а самые низкие – в Шатровском лесничестве. Средняя площадь пожара составляет 11,1 га. Самая большая средняя площадь пожара зарегистрирована в Каргапольском лесничестве (45,9 га), а самая маленькая – в Петуховском лесничестве (4,2 га).

3. Леса Курганской области представлены в основном мягколиственными породами (75 %). На долю хвойных насаждений,

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

покрытых лесной растительностью, приходится лишь 25 %. Самой высокой долей хвойных насаждений характеризуется Курганское (50 %), Каргапольское (47 %) и Белозерское (45 %) лесничество. Между показателями фактической горимости и породным составом прослеживается следующая закономерность: чем выше доля хвойных насаждений, тем выше горимость лесов. Однако в Шадринском лесничестве, характеризующимся чрезвычайно высокой горимостью, преобладают насаждения мягколиственных пород (62 %). Данный факт можно объяснить высокой плотностью населения, развитостью дорожной сети и, как следствие этого, чрезвычайно высокой антропогенной нагрузкой.

4. Пожароопасный период начинается с 1 апреля и продолжается до 13 ноября. Даты первых и последних пожаров указывают на очень большую продолжительность пожароопасного сезона. В целом средняя продолжительность пожароопасного периода в лесах Курганской области составляет 173 дня (более четырех месяцев).

5. Для правильной организации противопожарной профилактики и эффективной борьбы с лесными пожарами, учитывая фактические показатели горимости, необходимо расчленение территории на лесопожарные районы.

УДК 630.174:630.232(470.53)

А.В. Галиева  
(A.V. Galieva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**АНАЛИЗ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ  
ОБЫКНОВЕННОЙ В ГКУ «КУНГУРСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»  
(ANALYSIS OF GEOGRAFICAL PLANTATION OF SCOTCH PINE IN  
KUNGUR FORESTRY)**

*В целях уточнения лесосеменного районирования изучены географические культуры сосны в условиях Пермского края.*

*Geographical cultures of the Scotch pine were studied in order to define seed zoning in Perm region.*

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Сосна обыкновенная одна из главных лесообразующих пород на территории Российской Федерации. Широкая экологическая амплитуда сосны позволила ей занять обширнейший ареал, который охватывает европейскую часть России, Северный Кавказ, Западную Сибирь, Алтай, Восточную Сибирь, Дальний Восток [1].

Одним из основных методов изучения географической изменчивости лесных пород, в том числе сосны, является выращивание и сравнительная оценка семенного потомства деревьев разного географического происхождения в определенных условиях произрастания.

Лесоводами было решено провести эксперимент в целях определения целесообразности перевозки семян на Урал. Весной 1974 года, под руководством старшего научного сотрудника Уральской лесной опытной станции В. Н. Кораблёва, группа лесоводов высадила в базисные питомники Добрянского лесхоза, семена сосны, завезённые из самых различных уголков нашей страны.

Географические культуры сосны обыкновенной были заложены в 1976 году в Кунгурском лесничестве, Кунгурского лесхоза (кв. 29, 30), территория которого относится к подзоне южной тайги. На каждом участке поставили «визитные карточки»: столбики с номерами и названиями тех мест, откуда были завезены семена. Посадка произведена 2-х летними сеянцами под меч Колесова в трёх повторностях на площади 8,84 га. Всего представлено 36 климатипов. Рельеф участка ровный. Почвы дерново – среднеподзолистые, глинистые, свежие, периодически влажные. Высота над уровнем моря 150 -200 м., тип условий местопроизрастания – С3, тип леса – сосняк разнотравный [2].

На данный момент площадь опыта сократилась до 6,3 га, а количество климатипов до 32 образцов. По данным инвентаризации 2000 г., которое проводилось на территории Кунгурского лесничества, растения в первой повторности практически выпали (сохранилось менее 6%), а во второй повторности – менее 13%. Главной причиной гибели сосны является её повреждения лосями, которые участились с 1979 года. Повреждение посадок лосями сказалось не только на сохранности культур, на их росте в высоту и по диаметру, но так же на качестве стволов и семеношении.

Летом 2012 года была проведена инвентаризация 38 – летних посадок, сделан обмер деревьев по высоте и диаметру на высоте 1,3 м., подсчитан запас древостоя на 1 га. Полученные данные сведены в таблицу.

Таблица

**Средние таксационные показатели географических культур сосны обыкновенной в ГКУ «Кунгурское лесничество»**

№ экотипа	Происхождение семян (область, республика, лесхоз)	Средняя высота, м / %	Средний диаметр, см / %	Запас, м <sup>3</sup> /га / %	Средний прирост по высоте, м / %	Средний прирост по диаметру, см / %
4	Архангельская, Плесецкий	17,8/98	18,0/100	85/48	0,467/98	0,473/100
9	Вологодская, Тотемский	18,2/101	18,2/101	151/86	0,479/101	0,479/101
22	Псковская - Струго-Красненский	17,8/99	22,3/123	98/56	0,468/99	0,586/123
36(К)	Пермский - Кунгурский	18,0/100	18,0/100	176/100	0,475/100	0,475/100
41	Смоленская - Рославльский	18,5/102	24,9/138	117/67	0,486/102	0,654/138
42	Калининская – Бежецкий	17,4/97	20,3/112	115/65	0,459/97	0,534/112
43	Московская - Куровской	17,3/96	20,1/111	141/80	0,455/96	0,529/111
45	Горьковская – Городецкий	19,1/106	18,5/103	158/89	0,502/106	0,487/103
46	Горьковская – Первомайский	18,2/101	22,6/125	101/57	0,479/101	0,594/125
47	Костромская -Мантуровский	18,7/104	20,2/112	149/85	0,492/104	0,532/112
48	Костромская –Костромской	18,1/100	19,6/108	143/81	0,475/100	0,515/108
50	Рязанская –Солотчинский	18,7/104	19,8/110	162/92	0,492/104	0,521/110
51	Брянская - Гаваньский	18,5/103	23,6/131	122/69	0,487/103	0,622/131
54	Тамбовская – Челнавский	18,7/104	19,6/108	165/94	0,493/104	0,515/108
55	Воронежская – Воронежский	18,4/102	17,9/99	181/103	0,485/102	0,472/99
57	Пензенская – Никольский	18,7/104	21,5/119	177/101	0,492/104	0,567/119
59	Ульяновская – Мелекесский	18,9/105	18,7/104	180/102	0,498/105	0,492/104
65	Татарская - Зеленодольский	19,1/106	18,7/103	210/119	0,503/106	0,491/103
66а	Татарская – Камский	18,8/104	18,2/101	203/115	0,495/104	0,478/101
67	Удмуртская – Воткинский	18,9/105	18,2/101	176/100	0,497/105	0,480/101
68	Кировская - Слободской	18,0/100	19,5/108	125/71	0,475/100	0,514/108
69	Башкирская - Дюртулинский	19,1/106	15,8/88	202/115	0,503/106	0,416/88
71	Башкирская – Авзянский	17,6/97	16,0/89	156/89	0,462/97	0,421/89
71а	Башкирская – Белорецкий	18,1/100	16,8/93	184/105	0,475/100	0,442/93
76	Свердловская – Ревдинский	18,4/102	15,9/88	210/119	0,483/102	0,420/88
77	Свердловская - Тавдинский	18,2/101	16,5/91	113/64	0,479/101	0,434/91
78	Свердловская - Ивдельский	18,1/100	14,9/83	149/85	0,476/100	0,393/83
79	Курганский - Курганский	19,3/107	17,2/95	200/113	0,508/107	0,453/95
80	Башкирская – Дуванский	18,5/102	17,5/97	183/104	0,486/102	0,461/97
82	Тюменский -Заводоуковский	17,8/99	16,0/89	137/78	0,469/99	0,421/89
84	Омская - Тарский	18,1/100	20,2/112	126/72	0,476/100	0,532/112
86	Новосибирский - Сузунский	19,4/107	16,6/92	199/113	0,510/107	0,436/92
	Среднее значение	<b>18,4</b>	<b>18,8</b>	<b>156</b>	<b>0,484</b>	<b>0,495</b>

К – контрольный климатип

Материалы таблицы свидетельствуют, что наибольший средний прирост по высоте принадлежит климатипу из Новосибирской области, который превышает контроль на 7 %. Наименьший средний прирост по высоте у климатипа из Московской области. По диаметру средний прирост наибольший у климатипа из Смоленской области, превышающий контроль на 38 %, наименьший – из Ивдельского лесхоза Свердловской области.

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Наибольшие запасы наблюдались у климатипов из Ревдинского лесхоза Свердловской области и Зеленодольского лесхоза республики Татарстан, и составил  $210 \text{ м}^3/\text{га}$  соответственно. Наименьший запас зафиксирован у климатипа из Архангельской области –  $85 \text{ м}^3 / \text{га}$ , что ниже контрольного на 52 %.

Более половины климатипов имеют среднюю высоту выше контрольного. Наибольшая высота наблюдается у климатипов из 6 регионов: Горьковской (Городецкий), Курганской, Новосибирской областей, а так же из Зеленодольского лесхоза республики Татарстан и Дюртулинского лесхоза республики Башкортостан. Высота ниже местного климатипа зафиксирована у сосен из 6 регионов: Московской, Калининской, Архангельской, Заводоуковского лесхоза Тюменской областей и Авзянского лесхоза республики Башкортостан.

Половина климатипов имеют средний диаметр больше контрольного. Наибольшие средние диаметры показали климатипы из 10 регионов: Рязанской, Московской, Омской, Калининской, Пензенской, Псковской, Брянской, Смоленской, Костромской (Мантуровский) и Горьковской (Первомайский) областей. У десяти климатипов наблюдаются значения среднего диаметра ниже контрольного. К ним относятся климатипы из Свердловской, Новосибирской, Курганской, Заводоуковского лесхоза Тюменской области и республики Башкортостан.

Таким образом, анализ таблицы, позволяет сделать следующие выводы: 1. Наилучшим ростом в высоту и по диаметру в 38 – летнем возрасте характеризуются климатипы сосны из Брянской, Смоленской, Городецкого лесхоза Горьковской областей и Зеленодольского лесхоза Татарской республики.

2. Все климатипы северного происхождения, из Архангельской, Вологодской, Псковской, Калининской, Кировской и Свердловской (Тавдинский и Ивдельский лесхозы) областей имеют средний запас ниже запаса местного климатипа.

3. Полученные данные позволяют уточнить лесосеменное районирование и тем самым повысить эффективность искусственного лесовосстановления сосны обыкновенной.

## Библиографический список

1. Булыгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология. М.: МГУЛ, 2001. 528 с.
2. Тишечкин А.Н., Кораблёв В.Н. Создание продуктивных насаждений сосны обыкновенной в условиях Пермской области // Информационный листок №109 - 92 Свердловской ЦНТИ, 1992, С. 3 – 4.

УДК 630.587:681.3

А.И. Чермных, А.С. Оплетаев  
(A.I. Chermnyuh, A.S. Opletaev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## **АНАЛИЗ ПОВЫДЕЛЕННОЙ ГЕОБАЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SQL-ЗАПРОСОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИ ДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГИС MAPINFO**

### **FOREST DATA-BASE ANALIS WITH SQL-QUESTION FOR INVESTIGATE STATISTIC TRUE INFORMATION IN GIS-MAPINFO**

*Кратко изложена методика поисковых запросов в программе MapInfo для анализа таксационных материалов с использованием ГИС-технологий.*

*Investigate method of forest data-base analis with SQL-question in GIS-MapInfo.*

MapInfo Professional – географическая информационная система (ГИС), предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных. Первая версия ГИС MapInfo Professional была разработана в 1987 году компанией MapInfo Corp., и стала одной из самых популярных ГИС в мире. Сейчас MapInfo Professional используется в 130 странах мира, переведена на 20 языков, включая русский, и установлена в десятках тысяч организаций. В России благодаря простоте освоения, богатым функциональным возможностям и разумной стоимости, MapInfo Professional стала самой массовой геоинформационной системой [1].

ГИС MapInfo активно используется в лесном хозяйстве, т.к. позволяет эффективно визуализировать картографическую информацию требуемых районов и производить анализ таксационных данных.

При анализе геобазы лесничества или другого территориального объекта наиболее востребована команда «Выборка», она позволяет обработать множество данных сгруппированных по значениям одной или нескольких переменных. Например, из всего таксационного описания надо выбрать выдела с преобладающей породой «Лиственница». Для создания временной таблицы с требуемыми нам данными воспользуемся командой «Запрос > Выбрать». В открывшемся окне указываем таблицу из слоя с повыделной информацией и составляем условие на языке

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

структурированных запросов (SQL). Для осуществления нашего запроса потребуется только один оператор «=», итоговое выражение выглядит так: «Порода = "Л"», при условии, что колонка с преобладающей породой в анализируемой таблице называется «Порода», значение лиственница закодировано идентификатором «Л».

Хотя команда «Выбрать» позволяет формулировать достаточно сложные запросы, команда «SQL-запрос» позволит создавать таблицы запросов, содержащие данные, которые не присутствуют в исходных таблицах. Разберем диалог SQL-запросов на примере: «Требуется выбрать выдела с хвойной преобладающей породой, площадь которых не менее 1 га». В исходной таблице у нас есть только одна колонка с названием преобладающей породы. Для осуществления указанного запроса нам потребуется шесть операторов из SQL-языка: «=», «Area», «And», «Or», «>=», «()». Алгоритм нашего запроса будет построен из двух частей, сначала мы зададим условия для определения хвойной преобладающей породы, потом для определения площади выдела не менее 1 га, две части запроса будут соединены оператором «And», т.е. будет выполняться логическое выражение «и», программа будет на основе запроса искать выдела, которые удовлетворяют первой и второй части выражения. Для определения выделов с площадью не менее 1 га нам требуется колонка с указанием площади, которой у нас в примере нет, однако поскольку каждой записи таблицы соответствуют графические объекты, MapInfo Professional может рассчитать площадь каждого выдела. Функция, отвечающая в SQL-языке за расчёт площади называется «Area». Итоговое выражение SQL-запроса будет выглядеть так: «(Порода = "С" Or Порода = "К" Or Порода = "Л" Or Порода = "П") And (Area(obj, "hectare") >= 1)».

Выше рассмотрены только основные операторы SQL-языка, использование запросов позволит оптимизировать процесс работы с геобазой и обрабатывать большие объемы данных за короткие промежутки времени, получая статистически достоверную информацию.

#### Библиографический список

1. Ерунова М.Г. Географические и земельно-информационные системы. Ч. 2. Картографирование средствами инструментальной ГИС MapInfo: Метод. указания / М.Г. Ерунова, А.А. Гостева; Краснояр. гос. аграр. ун – т. – Красноярск, 2004. – 84 с.

Павел Мауэр

(P. Mauer)

Университет Менделя в г. Брно, Чешская республика

Учебное лесное предприятие «Масариков Лес, Кржтины»

Почётный профессор УГЛТУ Екатеринбург

## **90-ЛЕТИЕ ОСНОВАНИЯ УЧЕБНОГО ЛЕСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «МАСАРИКОВ ЛЕС, КРЖТИНЫ» ПРИ УНИВЕРСИТЕТЕ МЕНДЕЛЯ В Г. БРНО**

Многие студенты и преподаватели Уральского государственного лесотехнического университета в Екатеринбурге во время стажировок и практик, или на лекциях, а также из литературы и Интернета лично ознакомились с Учебным лесным предприятием «Масариков Лес, Кржтины» при Университете Менделя в г. Брно. Поэтому было бы справедливо отметить, что 2013 год для учебного предприятия является знаменательным - в этом году исполняется 90 лет со дня его возникновения.

Первоначально учебный лесхоз «Адамов» при Сельскохозяйственном институте в Брно был учрежден по указу министерства сельского хозяйства Чехословакии от 23 мая 1922 г., а свою деятельность начал 01.01. 1923 г. Произошло это в связи с переходом конфискованного имущества рода Лихтенштейн к государству, которое в свою очередь передало его Сельскохозяйственному институту в Брно (ныне Университет Менделя в г. Брно) в качестве учебно-исследовательского объекта. Почетное наименование «Лес Масарика» было присвоено предприятию тоже по указу министерства от 14.04. 1932 г. с согласия первого президента Чехословакии Т. Г. Масарика. До настоящего времени мы ценим оба эти удачные решения, потому что на практической подготовке, проводимой в самых разных природных условиях, с многообразным видовым составом лесонасаждений, выросли многие поколения не только местных, но и зарубежных специалистов с высшим образованием в области лесного дела, ландшафтной архитектуры и лесопереработки.

Учебное лесное предприятие «Масариков Лес, Кржтины» (УЛП), являясь организационным подразделением Университета Менделя в г. Брно (MENDELU), и располагая специальным оснащением для пяти факультетов университета, прежде всего, для Факультета лесоводства и деревосообработки (ФЛД), со дня своего основания выполняет три основные задачи:

в первую очередь, в рамках педагогической и научной деятельности предоставляет практическую базу слушателям учебных программ по специальностям лесоводство, ландшафтная архитектура, лесозаготовка и



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

лесообработка; создает условия, позволяющие преподавателям университета решать педагогические, научно-исследовательские и контрольные задачи;

обеспечивает надлежащее пользование лесным хозяйством университета, т. е., по праву входит в число ведущих субъектов отрасли;

служит широкой общественности, располагая рекреационной базой высокого уровня и богатством, связанным с полезными функциями леса.

Лесные участки MENDELU занимают площадь 10 200 га, образуя сплошной комплекс, непосредственно соседствующий с северной границей города Брно. Леса находятся на высоте от 210 м до 575 м и характеризуются значительным разнообразием природных условий, ставшими предпосылкой для создания учебно-практической базы университета. Преобладают смешанные леса, в которых 46% приходится на хвойные породы и 54% на лиственные породы деревьев.

Среднегодовая температура составляет 7,5 ° С, среднегодовое количество осадков всего 610 мм. Рельеф местности сильно изрезан, с ярко выраженными, глубокими долинами и ущельями, особенно в местах протекания рек. Геологическую основу составляют гранодиориты, кульмские граувакки и известняк. Традиция УЛП заключается в использовании более гибких методов лесопользования, с минимумом элементов сплошной рубки, с использованием естественного возобновления леса.

На УЛП долгосрочно разрабатывается ряд научно-исследовательских задач и запланировано широкое педагогическое сотрудничество. Эта деятельность связана с международными программами в рамках Европейского Союза, России, Китая и Латинской Америки. Для этой цели используются лесохозяйственные и лесозаготовительные демонстрационные объекты. Для потребностей учебных программ по специальностям «Лесное дело» и «Ландшафтная архитектура» на факультете лесоводства служат опытные площади прореживания в буковых, еловых, пихтовых и смешанных насаждениях, автохтонные площади лиственницы европейской, ели обыкновенной, пихты белой и сосны скрученной широкохвойной, а также три генные базы (бук, дуб и ель) и лесосеменные плантации лиственницы, сосны, осины, вяза (ильма) горного. Для работы и учебы можно использовать уже полученные и опубликованные данные и результаты. Большое внимание уделяется модернизации существующих, но главное, строительству новых учебных установок и демонстрационных объектов.

В рамках хозяйственной деятельности УЛП в трех лесничествах осуществляет все работы по уходу за лесными насаждениями, лесозаготовку, охрану лесов и охотничий промысел. На собственном лесопильном производстве, оснащенном двумя ленточнопильными станками, рамной пилой для тонкого раскроя кругляка, тремя сушильными

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

установками для пиломатериалов, пропарочной камерой и сортировочной линией Valjer-Zembrod, перерабатывается собственная заготовленная древесина, с последующей продажей пиломатериалов. Для нужд собственного предприятия и для сторонних заказчиков на УЛП служат ремонтные мастерские с широким спектром услуг; осуществляется также транспортировка, вагонная погрузка древесины и продажа колотого отопительного лесоматериала. В центре, включающем в себя лесопитомник по выращиванию саженцев, дендрарии и зеленые насаждения, приобретается нужный посадочный материал для облесения и озеленения. На научно-исследовательской станции в Крштинах разрабатывается и производится лесная техника, напр., лебедки, рядные посадочные машины, машины для работы в питомниках, культиваторы почвы, но, прежде всего, 4 модели лесных канатных дорог LARIX. В полностью отреставрированном замке Крштины, переоборудованном под современный конференц-центр, наряду с проживанием можно заказать полный комплект услуг для проведения специализированных, культурных и развлекательных мероприятий. На прогулки влечет вновь обустроенный и обновленный парк у замка.

УЛП занимает исключительное место в выполнении эстетических и воспитательных функций лесов. С этой целью в прошлом без дальнейшего вмешательства были сохранены насаждения с естественным составом древесных пород. Из них постепенно возникла сеть, включающая 21 природный заповедник и памятники, общей площадью 865 га. Для исследований и релаксации служат три дендрария с ценными коллекциями деревьев. Естественные местные красоты области дополняются продуманно. На возвышенностях поддерживаются прекрасные виды на окрестности. В комплексе непрерывных лесов обустроены лесные поляны, вокруг которых для разнообразия высажены экзотические породы деревьев. Открываются лесные источники, а затем устраиваются места у лесных родников, в определенных местах установлены памятники и мемориальные доски.

Весь ансамбль из 80 таких объектов получил название «Лесной Славин» и посвящен выдающимся чешским и иностранным лесоведам, представителям искусства, выдающимся учителям наук о лесе, о флоре, фауне, и непосредственно деревьям. Всё служит широкой общественности, и не только пешим посетителям, но и велосипедистам.

Благодаря способу пользования лесными насаждениями, эстетическому оформлению лесов, многочисленным учебно-демонстрационным объектам специального назначения, современному производству и широкой базе данных результатов исследований, УЛП стало целью для посещения многочисленными отечественными и зарубежными экскурсиями, местом прохождения практик и стажировок студентов, лесоводов-практиков и остальных посетителей. Это согласуется

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

и с тем фактом, что, на основании соблюдения требуемых стандартов, УЛП является держателем сертификатов в области экологии - с 1997г. FSC, а с 2003г. PEFC. В 2011г. был официально объявлен Лесной парк «Масариков Лес, Кржтины». Третья часть предприятия находится на территории природного заповедника «Моравский карст», а 40% лесных насаждений УЛП включено в европейскую программу охраны природы NATURA 2000. Однако, в первую очередь, сегодня Учебное лесное предприятие «Масариков Лес, Кржтины» при Университете Менделя в г. Брно на основе действующего закона «О высших учебных заведениях» по своему оснащению и долгосрочным результатам работы является важным объектом для осуществления образовательной деятельности и научных исследований, проводимых не только для слушателей Университета Менделя, но также для студентов и специалистов из Чешской Республики, Европейского Союза и других стран мира.

В будущем будет продолжено успешное сотрудничество MENDELU, его УЛП и УГЛТУ Екатеринбург, которое будет опираться на опыт последних 10 лет, в течение которых применялась, прежде всего, практическая форма учебной подготовки в виде практики на УЛП. Расширение взаимного сотрудничества должно выражаться в форме обмена и ориентироваться на область разработки специальных, дипломных и докторских работ с привлечением интересных, актуальных тем в данной области.

## ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630.30

Ю.Е. Вадбольская, В.А. Азаренок  
(Y.E. Vadbolskaya, V.A. Azarenok)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### ПРАКТИКА FSC-СЕРТИФИКАЦИИ (PRACTICE FSC-CERTIFICATION)

*Знак FSC – показатель того, что продукция происходит из леса, в котором ведется экологически и социально ответственное лесное хозяйство.*

*Sign FSC – an indication that the product comes from a forest that is environmentally and socially responsible forestry.*

Покупая мебель или бумагу для принтера, редкий житель России поинтересуется, сертифицирована ли древесина, из которой сделан товар, заготовлена ли она методами, которые не ведут к деградации лесов и истощению лесных ресурсов. Между тем, по статистике, каждое четвертое такое изделие в нашей стране имеет сомнительное происхождение, и при этом отмечаются признаки деградации лесных экосистем и истощения ресурсов высококачественной древесины в доступных районах.

Деревья, из которых оно сделано, могло быть срублено в природоохранной зоне или с нарушением правил. Подчас в магазинах продается продукция из пород древесины, вообще запрещенных к рубке согласно российскому законодательству.

В развитых странах сегодня уже сформировались так называемые экологически чувствительные рынки. Это значит, что там растет спрос на товары, произведенные без ущерба природе. В Европе и Америке покупатель, прежде чем приобрести древесину или товар из нее, ищет на нем знак FSC.

FSC (Forest Stewardship Council, Лесной попечительский совет) – международная организация, создавшая систему подтверждения экологической и социальной ответственности управления лесами. Знак FSC на древесине или на сделанном из нее товаре – показатель того, что продукция происходит из леса, в котором ведется экологически и социально ответственное лесное хозяйство.

Гарантом легального происхождения древесины, выполнения требований ответственного ведения лесного хозяйства, соблюдения прав

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

коренного населения, сохранения наших лесных богатств является логотип FSC («дерево с галочкой»). За каждым таким логотипом стоит сертификат с уникальным номером, который можно проверить по базе данных ([info.fsc.org](http://info.fsc.org)). Самое главное, что сертификат FSC выдается независимой третьей стороной – аудитором на основании строгой ежегодной проверки на месте заготовки леса. Он является признанным знаком качества лесобумажной продукции в 81 стране. Всего в мире сертифицировано более 130 млн га лесов и выдано свыше 19 тыс. сертификатов на цепочки поставок, позволяющих выводить FSC-сертифицированную лесобумажную продукцию на рынок.

Во многих западных странах использование FSC-сертифицированной продукции стало нормой. У нас же эти идеи только начинают развиваться. Однако уже сейчас мы достигли значительных успехов. Например, требования к использованию сертифицированных строительных материалов предъявляются к ряду олимпийских объектов в Сочи. Российские отделения крупных международных компаний, например, отели Marriott, САН Инбев, Intel, участвуют в программе Greenpeace России «Зеленый офис» или программе «Живой офис» WWF России и приступили к использованию офисной FSC-сертифицированной бумаги. Крупные организации печатают свои годовые отчеты в FSC-сертифицированных типографиях. Таким образом, помочь лесу путем осознанного выбора сертифицированной продукции может каждый заинтересованный человек или организация.

Спрос на сертифицированную древесину убедил многие российские компании, работающие на экспорт, пройти сертификацию FSC. С недавних пор интерес к использованию «зеленой» продукции проявляет государство и экологически и социально ответственный бизнес.

К сожалению, большинство жителей России пока не осведомлены о наличии лесной сертификации и не узнают у продавцов, легальна ли продукция из древесины, которую они покупают. В связи с этим Всемирный фонд дикой природы (WWF), Лесной попечительский совет и их бизнес-партнеры (компании «Тетра Пак», «ИКЕА», «Монди», «НЛК Домостроение», «Киннарпс», «Чарс», «Хомгарт») приняли решение о начале первой в России кампании, направленной на повышение узнаваемости бренда FSC и в конечном счете на экологизацию потребления [1].

В настоящее время в России по системе FSC сертифицировано более 30 млн га лесов, выдано более 150 сертификатов на цепочки поставок. Движущей силой FSC-сертификации в стране до сих пор являются внешние рынки, в основном Европейского Союза, в меньшей степени США и Японии, а в последнее время и Китая. Ряд российских компаний уже поставляет FSC-сертифицированную продукцию на внешние рынки.

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Также и на российском рынке уже продается широкий ассортимент различной FSC-сертифицированной продукции.

До 40 % производимой в нашей стране лесобумажной продукции распространяется на внутреннем рынке. Этот рынок может иметь значительно большее влияние на развитие FSC-сертификации и устойчивого лесопользования в целом в стране, чем имеет в настоящее время. По оценкам специалистов, в ближайшие 5–7 лет российский рынок будет развиваться более быстрыми темпами, чем международный, а внутренние цены станут более конкурентоспособными.

Российский рынок, не считая поставок сырья для ориентированных на экспорт компаний, не признает, не поддерживает и не продвигает экомаркировку. При этом очень велика вероятность того, что на рынок попадает незаконно заготовленная древесина. В то же время 15–20 % потребителей в Бразилии, 30–40 – в Великобритании и Дании, 50 – в Швеции и 66 % – в Нидерландах знают логотип FSC и, приходя в магазин, целенаправленно отдают предпочтение FSC-сертифицированной продукции.

Ответственные производители сертифицированной лесобумажной продукции на российском рынке конкурируют с производителями, использующими незаконно заготовленное сырье или сырье из сомнительных источников. Для того чтобы исключить такую недобросовестную конкуренцию, необходимо, чтобы российский потребитель, включая общественный и корпоративный секторы, узнал, что такое Лесной попечительский совет (FSC) и как выглядит его логотип на продукции, мог отличить такую продукцию от другой, признал ее, готов был бы отдать ей предпочтение и в идеале готов был бы платить небольшую дополнительную цену за такую экологичную продукцию.

Основными целями проводимой FSC-кампании являются:

- информировать потребителя – в первую очередь, корпоративный сектор и государственные органы, далее конечного потребителя – о том, что такое FSC сертификация и какие преимущества несет приобретение продукции с этим логотипом;
- побудить крупные компании-потребители, а также государственные и муниципальные органы разработать и принять корпоративные/государственные политики закупок, которые отдавали бы предпочтение FSC-сертифицированной продукции;
- повысить узнаваемость знака FSC у целевых групп до уровня,
- достаточного для признания FSC в качестве эталона экомаркировки;
- оказать тем самым влияние на корпоративную закупку и потребительские предпочтения в направлении их «озеленения» [2].

*Библиографический список*

1. [http://www.wwf.ru/about/what\\_we\\_do/forests/certify](http://www.wwf.ru/about/what_we_do/forests/certify)
2. [http://www.wwf.ru/about/what\\_we\\_do/forests/certify/fsc\\_campaign](http://www.wwf.ru/about/what_we_do/forests/certify/fsc_campaign)

УДК 674.093.021

В.Е. Выборнов, В.Я. Тойбич, Е.А. Абдуллаева  
(V.E. Vibornov, V.J. Toybich, E.A. Abdulaeva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОЕ УСТРОЙСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (0–20 А) В УНИФИЦИРОВАННЫЙ  
ПОСТОЯННЫЙ ВЫХОДНОЙ ТОК (4–20 мА)  
(INTERFERENCE-PROTECTED DEVICES CONVERT AC (0–20 A)  
IN A UNIFIED CONTINUOUS OUTPUT CURRENT (4–20 mA))**

*Разработано устройство преобразования силового переменного тока в унифицированный сигнал постоянного тока для измерения и управления.*

*Developed the device converting the AC power to the standardized DC signal measurement and control.*

На рисунке представлена схема электрическая принципиальная преобразователя большого переменного тока (0–20) А в унифицированное значение постоянного тока (4–20) мА.

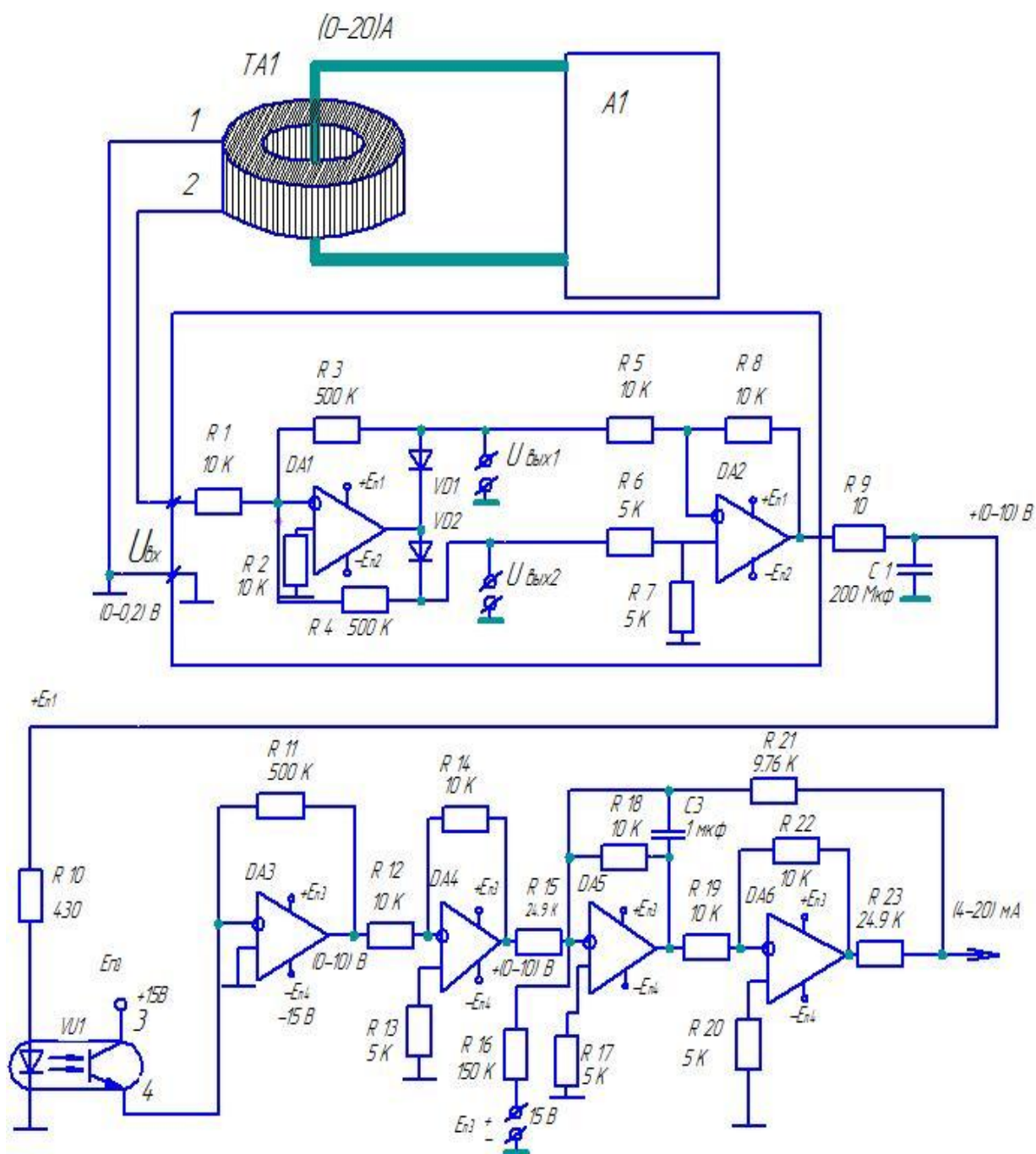
Промышленное предприятие А1, потребляющее большой переменный ток, измеряющийся в диапазоне (0–20) А, протекающий по медной однопроводной шине большого диаметра, пронизывающей центральное отверстие тороидального трансформатора тока ТА1 с большим числом витков, преобразовывает этот ток в переменное напряжение малой величины (0–0,2) В. Далее это напряжение подаётся на вход активного выпрямителя [1].

Выпрямитель построен на основе инвертирующего операционного усилителя [2] DA1, содержащего диоды VD1, VD2 в цепях обратных связей.

При положительной полярности входного переменного напряжения открыт диод VD1 и обратная связь замыкается через резистор R3.

При отрицательной полярности  $U_{вх}$  ток обратной связи течёт через диод VD2 и резистор R4. Таким образом, при синусоидальном входном сигнале на зажимах  $U_{вых1}$  будут присутствовать отрицательные полуволны напряжения, а на зажимах  $U_{вых2}$  – положительные полуволны, соответствующие однополупериодному выпрямителю входного сигнала.

Поскольку открытые диоды VD1 и VD2 входят в прямую цепь замкнутых контуров операционного усилителя DA1, то падение напряжения на них практически не сказывается на выходные напряжения отрицательной полярности, снимаемые с анода диода VD1, а также положительной полярности, снимаемые с катода диода VD2.



Преобразователь переменного тока (0–20) А в постоянный ток (4–20) мА

Выходные полуволны отрицательной полярности, изменяющиеся в диапазоне (0–10)В, поступая на инвертирующий вход инвертора DA2, преобразовываются в сигнал положительной полярности (0—10) В.

Положительные полуволны с амплитудой +(0—10)В уменьшается резисторным делителем R6, R7 в два раза, до уровня (0—5)В, поступая на прямой вход операционного усилителя DA2, выполняющего функции неинвертирующего усилителя [2] с коэффициентом усиления

$$K_y = \frac{R_8}{R_5} + 1 = 2.$$



**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Таким образом, на выходе операционного усилителя DA2 формируется серия положительных полуволн с частотой 100 Гц с амплитудой, изменяющейся в диапазоне  $+(0-10)$ В. Далее эта серия положительных полуволн сглаживается RC-фильтром R9,C1, а значит, преобразовывается в выходное напряжение постоянного тока, изменяющегося в диапазоне  $+(0-10)$ В.

Это изменяющееся напряжение постоянного тока, поступая на вход транзисторного оптрона VU1 (АОТ110А) [3], преобразовывается в изменяющийся выходной ток в диапазоне (4-20)мА.

*Примечание.* Транзисторный оптрон обеспечивает помехозащищенность устройства в целом.

Далее ток оптрона преобразовывается операционным усилителем DA3 типа 140УД17А отечественного производства в изменяющееся напряжение постоянного тока минус (0-10) В. Затем это напряжение, которое необходимо для работы преобразователя напряжения в заданный унифицированный выходной ток, изменяющийся в диапазоне (4-20) мА [3] инвертируется, а значит преобразовывается в положительную полярность  $+(0-10)$  В.

*Библиографический список*

1. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1988. 304 с.: ил.
2. Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций. 7-е изд. СПб.: Корона-Век, 2010 416 с., ил.
3. Юшин А.М. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги: справочник. В 5 т. Т. 1. М.: ИП РадиоСофт, 2000. 512 с.: ил.
4. Гарет П. Аналоговые устройства для микропроцессоров и мини-ЭВМ/ пер. с англ.; под ред. канд. техн. наук М.В. Гальперика М.: МИР, 1981.

УДК 621.87

Ф.Ф. Дахиев, Л.Т. Раевская  
(F.F. Dakhiyev, L.T. Raevskaya)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ШУМОИЗОЛЯЦИЯ ОПЕРАТОРА ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА  
(NOISE ISOLATION THE OPERATOR FORESTRY CRANES)**

*На современном этапе машиностроения все большее внимание уделяется безопасности и эргономике рабочего места.*

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

*At the present stage machine building more attention is paid to safety and workplace ergonomics.*

Гидроманипуляторы нашли широкое применение во многих отраслях промышленности, в том числе и лесном хозяйстве. В лесной промышленности используют гидроманипуляторы как стационарного, так и мобильного типа. Гидроманипуляторы мобильного типа установлены на грузовых автомобилях КАМАЗ, УРАЛ и не имеют кабины оператора. Поэтому оператор наиболее подвержен воздействию шумового загрязнения. Источниками шума могут служить находящаяся рядом спецтехника, автомобиль, на котором базируется манипулятор, различное технологическое оборудование и т.п.

Шум оказывает на организм человека неблагоприятное воздействие и может вызвать различного рода болезненные состояния, в том числе тугоухость и глухоту. Под влиянием шума учащаются пульс и дыхание, повышается расход энергии. Длительное воздействие шума оказывает вредное влияние на ЦНС и психику человека. В результате воздействия шума у человека появляются симптомы переутомления и истощения нервной системы. Наблюдаются подавленное настроение, понижение внимания, задерживаются интеллектуальные процессы, повышается нервная возбудимость. Шум снижает работоспособность и производительность труда.

Предельно допустимые уровни звукового давления и звука на рабочих местах регламентируются по СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [1]. Для рабочих мест водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных видов машин максимальный уровень шума составляет 80 дБ.

Существуют различные технические средства борьбы с шумом, а именно: уменьшение шума в источнике его образования конструктивными, технологическими и эксплуатационными мероприятиями; снижение шума по пути его распространения средствами звукоизоляции и звукопоглощения. При отсутствии технической возможности снизить шум до безопасных пределов, установленных по ГОСТ 12.4.011-75 используют средства индивидуальной защиты органов слуха работающих. Это противозумные шлемы, наушники, заглушки, вкладыши. Они эффективно защищают организм от раздражающего действия шума, предупреждая возникновение различных функциональных нарушений и расстройств. Наиболее распространенными средствами защиты от шума являются наушники (рис. 1). Они плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной, тесьмой или шлемом, удобны, имеют небольшую массу, активно ослабляют шум, особенно высокочастотной части спектра, который наиболее неблагоприятно действует на организм.



Рис. 1. Наушники противозумные

Более изобретательный вариант защиты оператора погрузочных манипуляторов лесных машин от неблагоприятных погодных условий и шумового фона предлагают сотрудники кафедры машин и оборудования Тихоокеанского государственного университета. Разработанная ими кабина (рис. 2) выполнена из стеклопластика и имеет легкую, но в то же время прочную конструкцию. Кабина устанавливается на манипулятор со стандартным рабочим местом оператора, оборудована опорно-шарнирным устройством, что позволяет откидывать ее в транспортное положение при движении погрузчика.

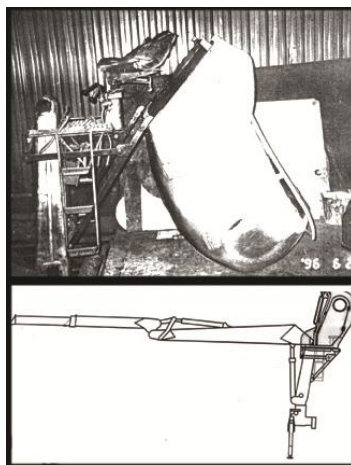


Рис. 2. Кабина из стеклопластика ЛК-2

В гидроманипуляторах, в которых предусмотрена кабина оператора, приемы борьбы с шумовым загрязнением другие. В таких случаях чаще всего используют вибро- и шумопоглощающие материалы [2]. Основное назначение вибропоглощающих материалов – снижение амплитуды колебаний металлических (пластиковых и иных) панелей. Несмотря на

большое разнообразие существующих виброматериалов, в основе их лежит единый принцип состава – это вязкоупругий материал (обычно на основе битума, вспененного каучука и т.п.), в котором происходят значительные механические потери. Применение виброизоляции обеспечивает снижение уровней шума и вибрации до 85 %, в диапазоне от 20 до 1000 Гц, т.е. в диапазонах низких частот. Для достижения наилучшего эффекта снижения шума в паре с виброизолирующими материалами применяют и шумоизолирующие материалы. Шумоизолирующие материалы наиболее эффективны в диапазоне средних и высоких частот, т.е. там, где длина волны меньше и меньше ее проникающая способность. Эффективность напрямую зависит от толщины материала, т.е. чем толще, тем лучше.

#### *Библиографический список*

1. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1996.
2. Материалы для шумо- и виброизоляции [www.zest-line.ru](http://www.zest-line.ru).

УДК 676.024.61

С.А. Душина  
(S.A. Dushinina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### **СКОРОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАГРУЗОК ПО НОЖУ РАЗМАЛЫВАЮЩЕЙ ГАРНИТУРЫ ДИСКОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ (SPEED OF MOVING LOADS OF KNIFE REFINER)**

*Скорость перемещения нагрузок по ножу размалывающей гарнитуры определяется как скорость прохождения ножа ротора по ножу статора.*

*Travel speed loads knife grinds headset is defined as the rate of passage of the rotor blade to blade stator.*

При прохождении ножей гарнитуры ротора через ножи гарнитуры статора образуются площадки контакта.

Механическое и гидродинамическое воздействия размалываемого материала в площадках контакта складывается из нормальной  $F^n(t)$  и тангенциальной  $F^r(t)$  сил (рис. 1). Силы зависят от факторов размола и носят случайный характер\*.

---

\* Вихарев С.Н. Разработка методов и средств виброзащиты и вибрационной диагностики дисковых мельниц: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 1993. 235 с.

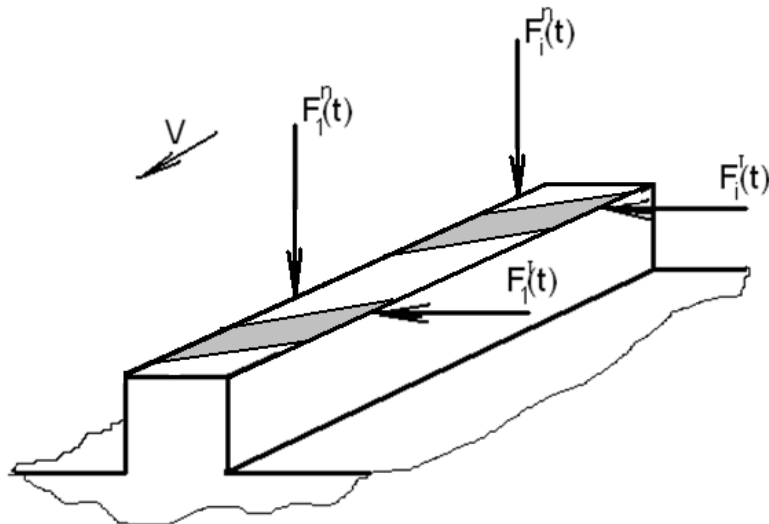


Рис. 1. Нагрузки, действующие на нож в площадках контакта:  
 $V$  – скорость перемещения ножа ротора по ножу статора

У гарнитуры, работающей в режиме покачивания, площадки контакта перемещаются от центра к периферии, в режиме удержания – наоборот. Площадки контакта перемещаются со скоростью  $V$ . Для определения скорости перемещения сил по поверхности ножа следует определить скорость прохождения ножа ротора по ножу статора. На рис. 2. представлена расчётная схема для определения вышеназванной скорости.

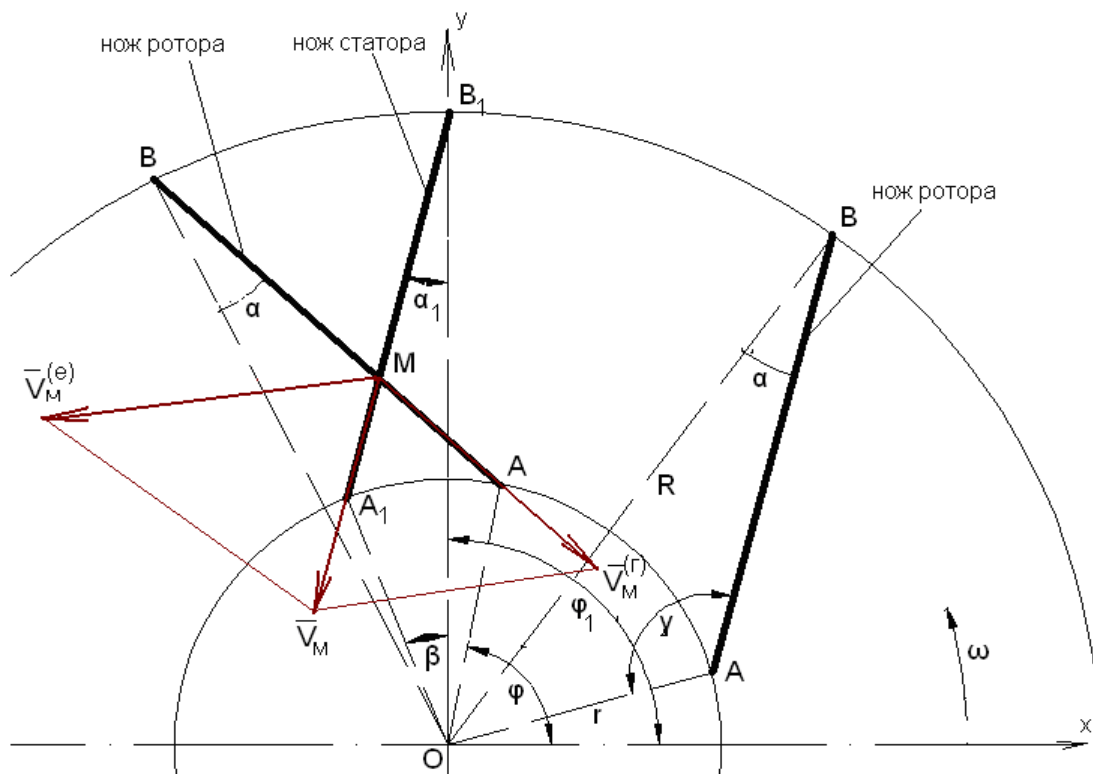


Рис. 2. Схема для расчёта скорости прохождения ножа ротора по ножу статора:  
 $R$  – наружный диаметр ножевого пояса;  $r$  – внутренний диаметр ножевого пояса;  
 $\alpha$  – угол наклона ножа ротора;  $\alpha_1$  – угол наклона ножа статора;  
 $M$  – точка пересечения ножей ротора и статора;  
 $V_M$  – скорость перемещения точки  $M$  по ножу статора

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Рассмотрим перемещение ножа ротора относительно ножа статора. В момент времени  $t = 0$  нож ротора входит в контакт с ножом статора. Определим скорость прохождения ножа ротора по ножу статора за время  $t$ . Введём систему координат:  $O$  совпадает с осью вращения гарнитуры, ось  $OX$  направлена горизонтально, ось  $OY$  – вертикально.

Путь прохождения ножа ротора по ножу статора обозначим

$$x = B_1 M = f(t). \quad (1)$$

Для определения скорости прохождения ножа ротора по ножу статора найдём скорость перемещения точки  $M$  (см. рис. 2):

$$\vec{V}_M = \vec{V}_M^{(e)} + \vec{V}_M^{(r)}. \quad (2)$$

Угол  $\varphi_1$  определяет положение неподвижного ножа статора, угол  $\varphi$  определяет положение вращающегося ножа ротора:

$$\varphi = \omega t; \quad \varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_1 + \beta. \quad (3)$$

Определяем координаты точки пересечения ножей  $M$  ( $x_M, y_M$ ):  
координаты точки  $A_1$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{A_1} = r(\sin \varphi_1 \sin \beta_1 - \cos \varphi_1 \cos \beta_1) \\ y_{A_1} = r(\sin \varphi_1 \cos \beta_1 + \cos \varphi_1 \sin \beta_1) \end{array} \right\}; \quad (4)$$

координаты точки  $B_1$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{B_1} = 0 \\ y_{B_1} = R \end{array} \right\}; \quad (5)$$

координаты точки  $A$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_A = r \cos \varphi \\ y_A = r \sin \varphi \end{array} \right\}; \quad (6)$$

координаты точки  $B$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_B = R(\sin \varphi \sin \beta - \cos \varphi \cos \beta) \\ y_B = R(\sin \varphi \cos \beta + \cos \varphi \sin \beta) \end{array} \right\}. \quad (7)$$

Уравнение прямой линии, вдоль которой закреплён нож статора:

$$A_1 x + B_1 y + C_1 = 0, \quad (8)$$

где  $A_1 = -(y_{B_1} - y_{A_1})$ ;  $B_1 = x_{B_1} - x_{A_1}$ ;  $C_1 = x_{A_1}(y_{B_1} - y_{A_1}) - y_{A_1}(x_{B_1} - x_{A_1})$

Уравнение прямой линии, вдоль которой закреплён нож ротора:

$$Ax + By + C = 0, \quad (9)$$

где  $A = -(y_B - y_A)$ ;  $B = x_B - x_A$ ;  $C = x_A(y_B - y_A) - y_A(x_B - x_A)$ .

Точка  $M$  – точка пересечения этих двух прямых, её координаты

$$x_M = \frac{B_1 C_2 - B_2 C_1}{A_1 B_2 - A_2 B_1}; \quad y_M = \frac{A_2 C_1 - A_1 C_2}{A_1 B_2 - A_2 B_1}; \quad (10)$$

$$x_M = f_1(\varphi); \quad y_M = f_2(\varphi).$$

Таким образом,

$$B_1M = S_M = \sqrt{x_M^2 + (R - y_M)^2};$$

$$BM = S_M^{(\Gamma)} = \sqrt{(x_B - x_M)^2 + (y_B - y_M)^2}. \quad (11)$$

Тогда скорость точки М (абсолютная скорость) вдоль неподвижного ножа статора, в момент времени t

$$V_M = \frac{dS_M}{dt} = \frac{x_M \cdot \dot{x}_M - (R - y_M) \cdot \dot{y}_M}{S_M}, \quad (12)$$

где  $\dot{x}_M = \frac{dx_M}{d\varphi} \cdot \dot{\varphi} = \frac{dx_M}{d\varphi} \cdot \omega$ ;  $\dot{y}_M = \frac{dy_M}{d\varphi} \cdot \dot{\varphi} = \frac{dy_M}{d\varphi} \cdot \omega$ .

УДК 631.372

В. Зыхович, А. Гендек  
(W. Zychowicz, A. Gendek)

Варшавский университет естественных наук,  
кафедра сельскохозяйственных и лесных машин, Варшава, Польша  
(WULS-SGGW, Warsaw University of Life Sciences- SGGW  
Department of Agricultural and Forest Machinery, Warsaw, Poland)

**СБОР ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ С ПРИМЕНИНИЕМ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА И ПРИЦЕПА  
(LOGGING OF TREE RESIDUES BUDNSLES WITH USE OF  
AGRICULTURAL TRACTOR AND LOG TRAILER - CASE STUDY)**

*Представлены основные показатели эффективности работы при сборе лесосечных отходов машины состоящей из сельскохозяйственного трактора и прицепа. Производительность машины при сборе лесосечных отходов оказалась сопоставима с производительностью аналогичных машин, работающих на заготовке круглых лесоматериалов.*

*The basic indicators of efficiency of bundles hauling machine unit consisting of agricultural tractor and self-loading trailer are presented in this paper. Productivity is similar to that obtained when hauling round wood.*

In Poland logging residues are increasingly used by power industry as renewable source of energy. So far the usage for local heating purposes has prevailed. In this case branches and tops are collected manually and after rough compacting are transported with use of agricultural tractors and trailers with enlarged capacity of loading space. Efficiency of this technology is mean, but in the case of material low price and when buyers do all the work by themselves in their free time it can be still remunerative. Such a methods are gradually

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

superseded by fully mechanized technologies – forest biomass is collected and treated by slash bundlers or self-mobile chippers with chip bin and further transported with use of specialized tractors or trucks equipped with proper stake bunks or containers for bulk materials [1].

In our study forest tree residues (that occurs during harvesting) are collected with use of slash bundler Timberjack 1410D and transported by agricultural tractor Zetor Forterra 115 coupled with self-loading log trailer FaoFar 1142. The essential technical data of these machine unit are presented in the Table 1.

Table 1

Tractor Zetor Forterra 115 and trailer FaoFar 1142 specifications

Tractor power (kW)	81
Maximal speed (km/h)	40
Tractor weight (kg)	4309 - 4562
Tractor clearance (mm)	320 – 480
Trailer load capacity (kg)	11 000
Trailer weight with crane (Nokka 4970) (kg)	3060
Length of load area (cm)	404 + 86
Trailer width (cm)	233 - 243
Trailer clearance (mm)	580 – 650

The rough characteristic of harvested forest area and parameters of logging process are presented in the Table 2. The logging distance is quite typical for small harvesting areas that are common in Poland. Parameters of transported bundles are also typical for this type of bundling machine.

Table 2

Characteristic of harvest area and logging parameters

Logging distance (m)	100 - 140
Number of bundles transported in trailer	27 (range 23 - 33)
Volume of bundles transported in trailer (m <sup>3</sup> )	11,0 (range 9,3 - 13,4)
Length of bundle (m)	3
Diameter of bundle (m)	0,6
Daily distance of access to the site (km)	17
Driving speed on road (km/h)	23

The operational productivity is determined by length and structure of machine unit working cycle. The mean value of operation cycle duration and durations and share of cycle components are presented in Table 3. The duration of operation cycle varied from 21,3 to 58,8 minutes. The loading and unloading activities takes main share in operation cycle duration, it takes 59,9 % and



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

combined with driving with partial load (performed interchangeably with loading) it takes 71,6 %. This cycle structure is caused short driving times that results from small distance of wood assortments hauling (110 – 140 meters).

Table 3

## Structure of machine unit working cycle

Cycle components	Designation	Duration [s]	Share [%]
driving without load	t <sub>21</sub>	3,89	8,2
loading	t <sub>22</sub>	18,48	38,7
driving with partial load	t <sub>23</sub>	5,60	11,7
driving with load	t <sub>24</sub>	5,78	12,1
unloading	t <sub>25</sub>	10,10	21,2
operation interruptions	t <sub>26</sub>	3,85	8,1
	Total	47,70	100,0

The main indicators of efficiency of investigated machine unit are presented in Table 4. The operational productivity that is effected directly by duration of working cycle and actual carried load is equal 13,9 m<sup>3</sup>/h. Overall productivity is significantly smaller 11,4 m<sup>3</sup>/h (82,0%), this is caused mainly by long access distance and consequently long duration of access rides.

Table 4

## Indicators of efficiency of bundles haulage by tractor with self-loading trailer

operational productivity (m <sup>3</sup> /h)	13,9
overall productivity (m <sup>3</sup> /h)	11,4
operational time, by shift (h)	6,88
duration of the technological breaks, by shift(h)	0,63
duration of access rides to the site, by shift (h)	1,25
duration of breaks entitled to the operator, by shift (h)	0,42

The achieved productivity is close, a little greater, to that obtained during hauling short round wood with use of similar machine unit [2]. The productivity of this unit is approximately 40 – 50% lower than productivity of medium class specialized hauling vehicle – forwarder. On the other hand the productivity of investigated hauling machine unit can be considered as satisfactory. It is close to the productivity that typically has been achieved by self-propelled slash bundling machines operating in Polish forests – 10,3 cubic meters of wood per hour (18 bundles per hour) [3]. Productivity of machines of this type declared by producers is higher – around 20 cubic meters of wood per hour, but this is realistic for spruce tree stands, in Polish forests, dominated by pine trees, productivity is much smaller.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

The hauling of slash bundles with use of agricultural tractor coupled with self-loading trailer can be acknowledged as satisfactory, because of reasonable productivity and low costs of exploitation. This is advisable choice especially for small contractors that are not able to bear the substantial investment outlays.

*Bibliography*

1. Gendek A., Zychowicz W.: Pozyskiwanie odpadów zrębowych na cele energetyczne w postaci pakietów // Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna. № 11. Warszawa 2006. P. 19–21

2. Zychowicz W.: Analysis of effectiveness of all-purpose tractor utilization in skidding of short wood. Annals of Warsaw Agricultural University, Agriculture (Agricultural Engineering) No 45. Warsaw Agricultural University Press, Warszawa 2004. P. 29 – 38

3. Zychowicz W., Sosnowska A.: Efektywność eksploatacji maszyny do pakietowania pozostałości zrębowych Timberjack 1410D. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, No 4. Poznań 2007. p 8 – 11

УДК 630\*311

М.А. Пискунов  
(M.A. Piskunov)  
ПетрГУ, Петрозаводск  
(PetrSU, Petrozavodsk)

**КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ  
ВОЛОКОВ НА ЛЕСОСЕКЕ**  
(CLASSIFICATION OF ACTUAL SKID TRAILS SCHEMES ON  
CUTTING AREAS)

*Представлен подход к классификации схем волоков на лесосеках при сортиментной технологии лесозаготовок.*

*The approach to classification of skid trails scheme on cutting areas for cut-to-length logging technology is presented in the paper.*

Традиционно при рассмотрении схем размещения волоков на лесосеке оперируют некоторым набором типовых схем. Эти схемы разрабатывались в период доминирования на лесозаготовках хлыстовой технологии, и одним из основных принципов их построения является то, что в процессе трелёвки хлыстов или деревьев трелёвочный трактор должен совершать преимущественно прямолинейные проходы и сокращать до минимума количество поворотов при трелёвке пачки.

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

С развитием сортиментной технологии с применением трелевочных тракторов – форвардеров, с уменьшением размеров лесосек и многообразием их формы лесопромышленники стали отказываться от неперемennого использования только типовых схем. Форвардеры, как более маневренные машины, способны осуществлять несколько поворотов в процессе движения к верхнему складу. В этой связи на практике схемы волоков могут иметь более разветвлённый вид.

Использование типовых схем ограничено крайне узкой областью природно-производственных факторов. Использование типовых схем целесообразно в тех условиях, например, когда рельеф в границах всей лесосеки не имеет колебаний высот или эти колебания незначительны; состояние почвогрунта в границах лесосеки характеризуется одинаковыми свойствами по всей площади (одинаковая несущая способность грунта; на лесосеке нет участков с избыточным увлажнением); нет ключевых биотопов на лесосеке, которые требуется сохранять по требованиям лесной сертификации. В большинстве случаев на лесосеках существуют различные участки, которые влияют на схему волоков; фактические схемы имеют более тесную связь с характеристиками лесосеки.

Действительный вид схемы волоков на лесосеке исследовался в условиях лесозаготовительного предприятия ОАО «Олонецлес» (Республика Карелия) для лесосек, расположенных в Мегрозерском и Михайловском лесничествах. Данное предприятие на лесосечных работах использует сортиментную технологию. Используется две системы машин: харвестер + форвардер; вальщики-сортиментщики + форвардер. На заготовке леса используются машины с колесным движителем. Предприятие обладает сертификатом системы добровольной лесной сертификации FSC.

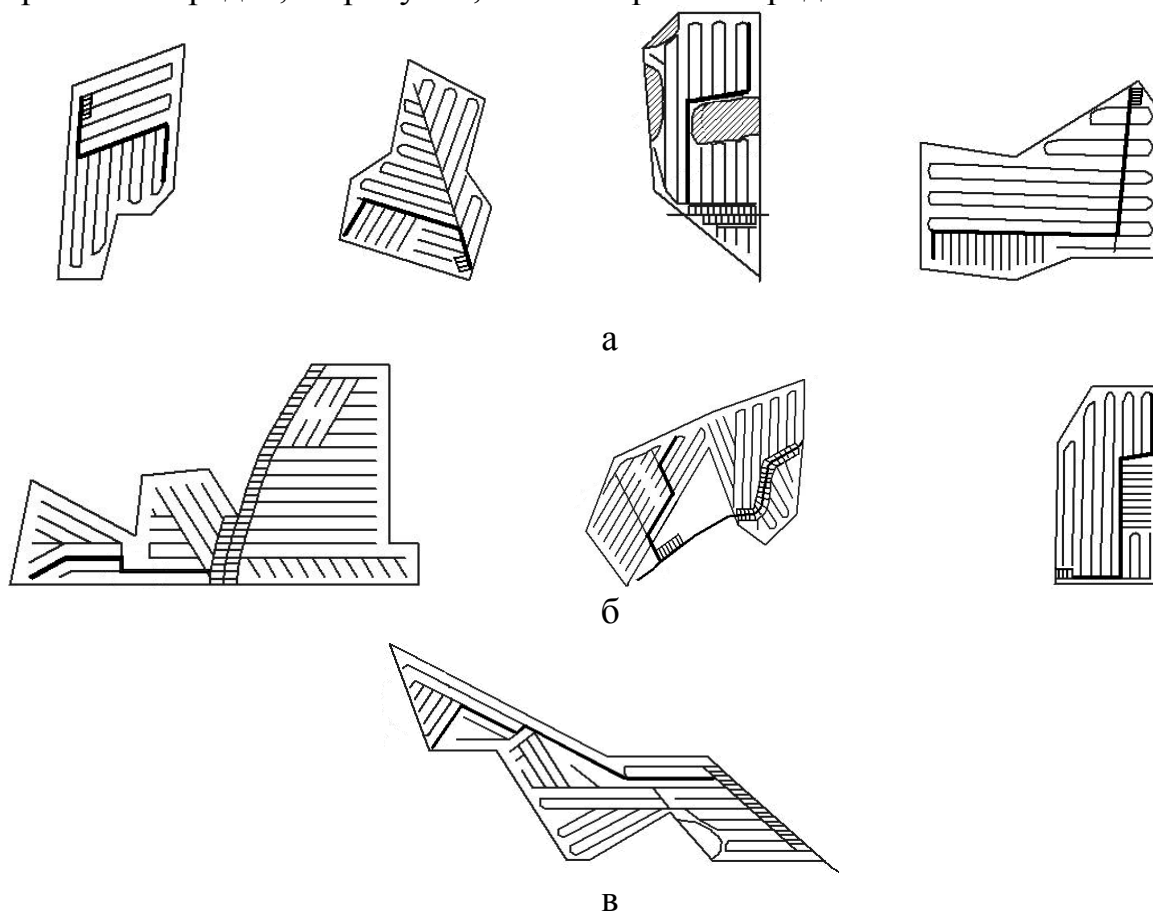
В ходе исследования рассматривались лесосеки, назначаемые в рубку в соответствии с производственным планом в безморозный период с мая по сентябрь, но исключались те лесосеки, рельеф которых в значительной степени влиял на конфигурацию схемы волоков. Это осуществлялось с целью определения влияния на схему волоков других факторов, главным образом мозаичности свойств грунта в границах лесосеки.

Вид схем волоков для указанного периода времени для данного предприятия представлен на рисунке. Утолщённой линией изображена траектория движения форвадера, когда он совершает максимальное количество поворотов при движении на верхний склад. На рисунке а – максимальное количество поворотов 2, для рисунка, б – 3, для рисунка 1, в – 4.

Полученные данные позволяют предложить классификацию схем волоков по степени ветвистости. В качестве параметра классификации предлагается использовать максимальное количество поворотов, которое совершает трелёвочный трактор при движении к погрузочному пункту в

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

полностью погруженном состоянии, причём это количество поворотов должно быть неизбежным, т.е., нельзя проехать, не совершив определённое количество поворотов. Тогда если трелевочный трактор совершает в процессе разработки всей лесосеки при всех проходах в полностью погруженном состоянии не более 1 поворота, то схема волоков относится к схемам первого порядка; два поворота – второго порядка и т. д. На рисунке а представлены схемы второго порядка; на рисунке, б – третьего порядка; на рисунке, в – четвёртого порядка.



Действительные схемы волоков

Исследование действительных схем волоков показало также, что первоначально перед разработкой лесосек в технологических картах были представлены типовые схемы волоков, которые при данном подходе классифицировались как схемы нулевого или первого порядков. Однако в процессе детального рассмотрения лесосеки и выделения труднопроходимых для тракторов участков, ключевых биотопов, болотистых мест схемы волоков корректировались и стали иметь большее количество поворотов и, следовательно, классифицироваться по более высокому классу.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (2009-2013 годы)», государственный контракт № 14.740.11.1106.

УДК 630.360

В.В. Побединский, Д.А. Василевский  
(V.V. Pobedinsky, D.A. Wasilewsky)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОКОРОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ (IMPROVING DEBARKING TOOLS)

*Выполнен аналитический обзор применяемого в мировой практике окорочного инструмента. Разработана наиболее полная на сегодняшний день классификация способов управления прижимом короснимателей. Выявлены основные тенденции в совершенствовании окорочного инструмента, используемого в станках различного типа.*

*In work an analytical review of experience of application in world practice debarking tools is executed. The classification of ways of management by a clip debarking tools fullest for today is developed. The basic tendencies in perfection debarking tools of various type used in machine are revealed. The basic tendencies in perfection debarking tools of various type used in machine are revealed.*

В области технологий окорки советская наука всегда была самой передовой в мире. По степени унификации станков, полноты учета характеристик лесоматериалов, структуры сырьевых запасов, особенностей производства станкостроения, технологических, конструктивных, технико-экономических параметров ни в одной стране не был так всесторонне обоснован и стандартизирован (ГОСТ 16021-80, ГОСТ 20561-89, 16021-90, СТ СЭВ 5950-87, СТ СЭВ 6801-89) типоразмерный ряд окорочных станков. Отечественные станки в целом соответствовали мировому уровню технического совершенства, превосходя зарубежные по ряду технологических параметров. Уступали наши станки по надежности в основном из-за низкого качества изготовления и отсутствия правильной технической эксплуатации. Сохранить лидирующие позиции и обеспечить выход на новый уровень совершенства позволяла развернувшаяся в 80-х годах государственная программа технического перевооружения отрасли, согласно которой предусматривалось создание нового поколения гаммы РОС с гидроприводом. Однако с 1991 г. все НИОКР были прекращены, а единственный серийно выпускающий окорочные станки Петрозаводский станкостроительный завод был фактически остановлен. За рубежом в ходе прогресса произошли значительные изменения в оборудовании, соответствующие современным технологическим требованиям. В настоящее время возобновление работ по созданию новых станков отечественного выпуска невозможно без выполнения сравнительного

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

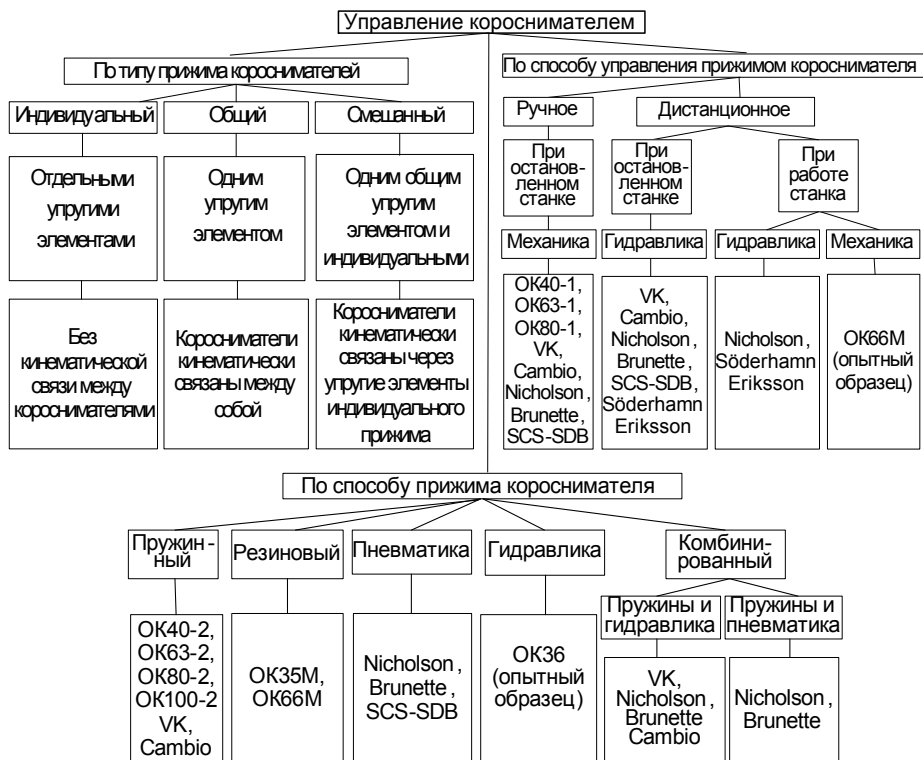
анализа современных станков, инструментов и учета тенденций в их развитии. Следовательно, необходимы и соответствующие аналитические обзоры технологий окорки, которые позволят обосновать направления их совершенствования. Результаты отдельного этапа таких исследований развития окорочного инструмента приведены в настоящей работе.

Касаясь инструментов зарубежного выпуска, нужно отметить, что за последние два десятилетия принципиальных изменений окорочного инструмента не наблюдалось, но в отдельных конструктивных элементах происходили усовершенствования, учитывать которые необходимо в практике и дальнейших НИР по развитию РОС.

В технологическом процессе окорки определяющую роль играет механизм режущего инструмента (МРИ). Этот узел является наиболее нагруженным со стороны обрабатываемого ствола, поэтому разработка новых конструкций, модернизация окорочных станков в первую очередь связаны с совершенствованием МРИ.

Конструкция МРИ подразделяется на следующие основные элементы: 1) механизм прижима; 2) корпус короснимателя; 3) режущее лезвие инструмента.

Конструктивное исполнение прижима, а также управление усилием прижима может выполняться различными способами. Анализируя современное окорочное оборудование, можно представить механизмы режущего инструмента по различным классификационным признакам, как показано на рисунке [1-4]. Исследование конструкций показывает, что на сегодня новые модели станков оснащаются МРИ, который по классификации относится к смешанному типу прижима.



Классификация способов управления короснимателем

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

К корпусу короснимателя предъявляется ряд функциональных требований. Обеспечить всем показателям максимальные значения из-за их взаимной противоречивости невозможно. Поэтому на сегодня определились несколько типов исполнения корпусов короснимателей для различных условий окорки и типов РОС.

В отечественной лесозаготовительной отрасли было распространено практикой наплавление на режущие лезвия легированного сплава. На сегодня за рубежом для обеспечения стойкости, снижения трудозатрат на замену инструментов широко внедрена практика применения сменных твердосплавных режущих лезвий различных конструкций. Например, система «Tenax» является стандартной комплектацией инструментов, которая применяется на всех новых станках «Cambio», а на станках «Nicholson» сменные твердосплавные лезвия короснимателей «Cam Tools» с различной геометрией предназначены для учета многообразия условий окорки.

Твердосплавные сменные лезвия традиционно использовались только в короснимателях, но на сегодня стали применяться и в механизме подачи. Так, на ребрах вальцов станков «Nicholson» шипованные пластинки устанавливаются с помощью болтового соединения, при этом используются комплекты сменных лезвий, применяемые для различных условий окорки и учета размерно-качественных характеристик лесоматериалов.

Как показывают исследования, процесс совершенствования окорочного инструмента, поиск новых конструктивных решений продолжаются.

Анализируя состояние вопроса совершенствования окорочного инструмента, можно сделать следующие выводы.

1. В современных моделях станков для прижима инструмента наиболее широкое применение получил пневмо- и гидропривод.

2. В настоящее время совершенствование окорочного инструмента проявилось в следующих основных конструктивных решениях корпуса инструмента:

- облегченной конструкции с профилем в виде уголка и ее модификациях;

- плоской конструкции;

- конструкции кованого типа.

3. Для повышения стойкости рабочих органов станка – окорочного инструмента и вальцов механизма подачи – широко используются твердосплавные сменные режущие лезвия.

4. Для расширения технологических возможностей в комбинации с окорочными инструментами используются резцовые головки для оцилиндровки бревен.

*Библиографический список*

1. Побединский В.В., Берстенов А.В. Конструкции современных окорочных инструментов // Вестник КрасГАУ. Техника. №5(68) Красноярск: КрасГАУ, 2012. С. 293-297.
2. <http://www.valonkone.com>.
3. <http://www.debarking.com>.
4. <http://www.canadianmillequipment.com>.

УДК 630.361.7

В.В. Побединский, Д.А. Василевский  
(V.V. Pobedinsky, D.A. Wasilewsky)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОКORОЧНЫХ СТАНКОВ  
(IMPROVING DEBARKING MACHINE)**

*Выполнен аналитический обзор опыта применения в мировой практике окорочных станков. На основании анализа конструкций разработана наиболее полная на сегодняшний день классификация станков. В результате исследований выявлены основные тенденции развития окорочного оборудования, которые следует учитывать в процессе их дальнейшего совершенствования.*

*In work an analytical review of experience of application in world practice debarking machine is executed. On the basis of the analysis of structures the classification of machine tools fullest for today is developed. As a result of researches the basic tendencies of development debarking equipment which are necessary for considering in the course of their further perfection are revealed.*

Для обеспечения комплексной и эффективной переработки древесного сырья в отечественном производстве и мировой практике применяются роторные окорочные станки (РОС). В нашей стране серийно выпускались станки унифицированной гаммы, однако, начиная с 90-х годов, выпуск роторных окорочных станков в России практически прекратился. Соответственно прекратились и НИР, направленные на совершенствование РОС. В то же время за рубежом продолжалось совершенствование окорочного оборудования и произошли значительные изменения в их конструкциях. В нашей стране ранее планировались работы по созданию новой более совершенной гаммы РОС, но эти планы не были выполнены. В настоящее время возобновление работ по совершенствованию станков отечественного выпуска невозможно без



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

выполнения сравнительного анализа современных РОС и учета тенденций в их развитии. Основные результаты такого исследования приведены в настоящей работе [1-4].

В мире определились ведущие производители окорочных станков – это «VK» («Valon Kone», Финляндия), «Söderhamn Eriksson» (Швеция), «Nicholson» (Канада), выпускающие различные по типу конструктивного исполнения станки. Для всех типов станков можно отметить тенденцию к оснащению пневмо- и/или гидроприводом. Во многих станках такой привод управляется автоматически, в том числе на микропроцессорной элементной базе с программируемой логикой.

Благодаря использованию модульного устройства конструкций все производители обеспечивают высокую степень унификации, комплектуя станки в двух-, трехроторном исполнении, с цилиндровочным механизмом, расширяют технологические возможности станков, повышают их ремонтпригодность. Для синхронизации с потоком каждый станок оснащается околостаночным оборудованием.

За последнее десятилетие новая тенденция в окорочном оборудовании обозначилась в создании модификаций различных моделей. Так, конструкции станков серии «VK110» с центрированием поднимаемого в рамке ротора являются комбинацией узлов моделей «Brunette» и фирмы «Valon Kone». Также модифицированы по конструктивному подобию типа «VK» принципиально отличающиеся новые модели «USNR» станков «Cambio» («Söderhamn Eriksson»), последние модели «Nicholson A8», «Nicholson A5B», «Brunette Kodiak Dual», станки серии «HS».

Модернизация проявилась и у серии станков для окорки крупного пиловочника, конструкция которых выполнена у основных производителей по одной схеме – с центрированием ротора на балансирно установленном рычаге. Среди станков финского производства это модель «VK47», но на сегодня для этих целей создан особо мощный станок «VK820» по традиционной двухвальцовочной схеме (с ротором «32SX»), обрабатывающий бревна толщиной до 90 см.

По результатам исследований разработана классификация современных окорочных станков [1], используемых в мировой практике (рисунок).

По классификации видны следующие характерные тенденции:

- за последние годы номенклатура станков значительно пополнилась новыми более совершенными моделями;
- наиболее многочисленную группу составляют станки конструктивного типа унифицированной гаммы «OK» и марки «VK»;
- дальнейшее развитие станков проявилось в объединении и модификации конструкций различных типов в конструкцию, как правило, типа «VK».

В целом, судя по классификации, поиски путей дальнейшего

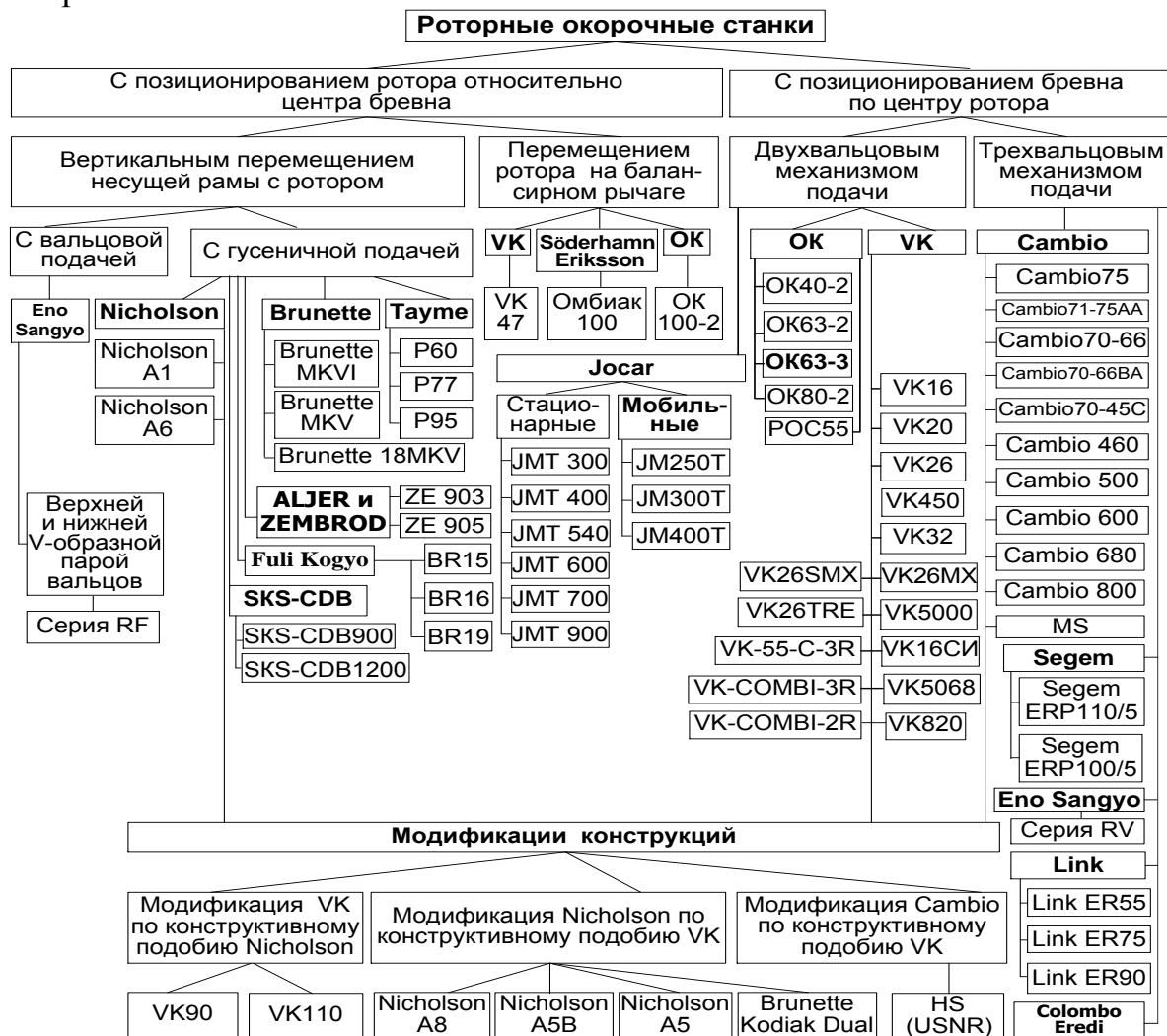
**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

совершенствования станков продолжают, и наиболее привлекательной для этого является конструкция по типу унифицированной гаммы «ОК».

Анализ конструкций современных РОС позволяет сделать следующие выводы.

1. В лесопромышленных странах наблюдается определенный прогресс в совершенствовании РОС. Это привело к повышению уровня унификации, технологических возможностей, надежности, ремонтпригодности оборудования, и важнейшую роль в этом сыграло использование пневмо-, гидропривода и систем автоматического управления рабочими органами.

2. Фирмы «Nicholson», «Söderhamn Eriksson» в некоторых моделях модифицируют новые серии станков по конструктивному подобию станков унифицированной гаммы «ОК», «Valon Kone». Таким образом, мировой опыт эксплуатации свидетельствует о более рациональной в целом конструкции и ее перспективности для дальнейшего совершенствования.



Классификация современных роторных станков по конструктивному типу

3. При дальнейшем совершенствовании РОС унифицированной гаммы следует учитывать, что наиболее перспективным направлением будет внедрение систем автоматического управления рабочими органами станков на базе гидро- и пневмопривода.

*Библиографический список*

1. Побединский В.В., Берстнев А.В. Тенденции в развитии роторных окорочных станков // Инж. жур. 2012. № 5(182). С. 46-51.
2. <http://www.valonkone.com>.
3. <http://www.debarking.com>.
4. <http://www.canadianmillequipment.com>.

УДК 621.87

Е.В. Потапова  
(E.V. Potapova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ  
ПРОЯВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ СОБЫТИЙ  
В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**  
(THE MATHEMATICAL APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE  
LIKELIHOOD OF NEGATIVE EVENTS IN ENVIRONMENT)

*При рассмотрении процесса нанесения ущерба лесным экосистемам, учитывая неоднозначность исхода, чаще всего имеют дело с математическими моделями неблагоприятных событий, что позволяет осуществить прогноз возможных ущербов с целью выявления предстоящих затрат.*

*In the analysis of damage to forest ecosystems, given the ambiguity of the outcome, often dealing with mathematical models of adverse events, which allows for a forecast of possible damages to identify future costs.*

Неоднозначность исхода при сохранении основных условий процесса наблюдается для широкого круга явлений, при исследовании которых чаще всего имеют дело не с явлениями окружающего мира непосредственно, а с их математическими моделями, в которых должны быть правильно переданы существенные стороны изучаемого явления.

При описании исследуемого явления необходимо формализовать эти описания, формируя вероятностное пространство (рисунок), включающее в себя пространство элементарных событий, класс событий или множество событий, и определенную на этом множестве вероятность.

Пространство элементарных событий – совокупность всех возможных неблагоприятных событий, способных нанести некоторую степень ущерба исследуемому объекту и когда-либо оказывающих негативное воздействие на этот объект.



Схема вероятностного пространства

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

При рассмотрении процесса нанесения ущерба лесным экосистемам совокупность всех неблагоприятных событий делится на техногенные воздействия: выбросы в атмосферу воздуха, сбросы сточных вод, загрязнение почвы и рубка леса; и природные катастрофы: пожары, ветровалы, повреждение лесов насекомыми-вредителями.

Определяя множество (класс) событий, необходимо учитывать – какого типа случайные величины рассматриваются в данном вероятностном пространстве – дискретная случайная величина или непрерывная случайная величина.

Основываясь на понятии дискретного множества (счетное множество) и дискретной случайной величины, представим множество неблагоприятных событий как дискретное множество, элементами которого являются различные негативные явления, проявляющиеся в некотором единичном интервале времени.

Размер ущерба, наносимый исследуемому объекту, представляет собой непрерывную случайную величину, принимающую любое значение в одном или большем числе интервалов времени.

Множество ущербов, наносимых объекту исследуемым негативным явлением, представляем как непрерывное множество случайных величин.

Каждой случайной величине соответствует некоторое распределение, описывающее вероятностное поведение рассматриваемой системы. Распределение задает вес каждого значения случайной величины на основании вероятностного содержания множества событий.

Выбор распределения должен базироваться на понимании механизма изучаемого явления, так как неудачный выбор распределения, сделанный без достаточно глубокого понимания изучаемого явления, может привести к очень большим ошибкам.

Обычно распределение определяется одной или большим числом постоянных, называемых параметрами, которые характеризуют центр распределения, масштаб и форму кривой распределения. Параметры распределения необходимо определять на основе имеющихся экспериментальных данных.

Математический подход к оценке вероятности возникновения негативного события и проявления ущерба в результате его воздействия позволяет осуществлять прогноз возможных ущербов с целью выявления предстоящих затрат.

УДК 630\*6

С.П. Санников, П.А. Серков, В.В. Шипилов  
(S.P. Sannikov, P.A. Serkov, V.V. Shipilov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НАВЕДЕНИЯ  
РАБОЧЕГО ОРГАНА МАНИПУЛЯТОРА НА ДЕРЕВО  
(ALGORITHM FOR AUTOMATIC GUIDANCE OF THE BODY  
MANIPULATOR ON WOOD)**

*Разработан алгоритм автоматизированной системы наведения рабочего органа манипулятора лесозаготовительной машины на ствол дерева с помощью радиочастотных меток.*

*The algorithm of the automated targeting system working body manipulator harvester on a tree trunk with the RFID tags.*

Предлагаемый алгоритм предназначен для автоматизированной экспертной системы наведения рабочего органа манипулятора лесозаготовительной машины (ЛЗМ) на ствол дерева. Задачей системы являются определение координат дерева для спиливания и наведение рабочего органа манипулятора на ствол дерева.

Манипулятор имеет сложную механическую конструкцию консольного типа, и оператор должен уметь управлять всеми звеньями манипулятора. Производительность ЛЗМ зависит от мастерства оператора. Экспертная автоматизированная система поможет оптимизировать труд оператора и повысить производительность ЛЗМ. Фрагмент алгоритма управления одним звеном манипулятора представлен на рис. 1.

Поступающие данные в контроллер анализируются, т.е. производится определенный расчет по предельным углам наклона и поворота звеньев манипулятора, сравниваются с данными оператора, производится расчет оптимальных ускорений и скоростей, а затем контроллер вырабатывает управляющее воздействие на гидроцилиндр манипулятора.

Важным элементом алгоритма управления манипулятором являются данные, поступающие с радиочастотной метки (рис. 2). Сканер считывает данные с радиочастотной метки, обрабатывает их и передает в контроллер, где производится расчет координаты метки.

На рис. 2 представлена схема расположения радиочастотной метки для расчета координат метки, расположенной на стволе дерева. Источником информации является метка  $M$ , расположенная на дереве на высоте  $h$ , сканер состоит из приемопередающих антенн  $S_1$  и  $S_2$ , находящихся на расстоянии  $r_1$ ,  $r_2$  от метки  $M$ . Трехмерная система координат расположения радиочастотной метки  $M$  и сканирующего устройства  $S_1$ ,  $S_2$  необходима для объяснения принципа работы алгоритма управления манипулятором ЛЗМ.

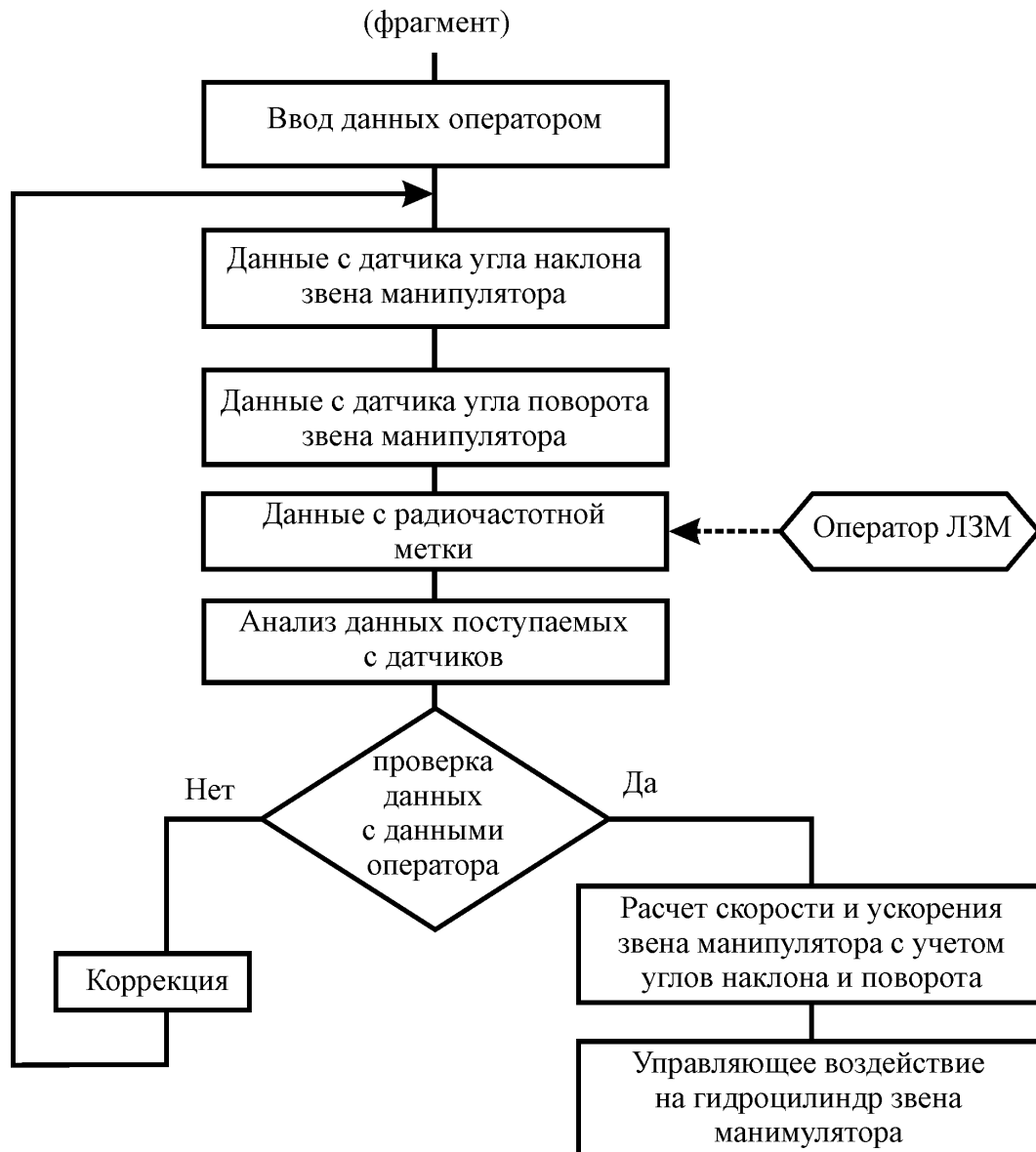


Рис. 1. Алгоритм управления работой манипулятора

Текущее положение  $S_1$  в момент времени  $t$  определено заданием вектора  $r_1 = [x_1, y_1, z_1]^T$ , положение  $S_2$  определяет вектор  $r_2 = [x_2, y_2, z_2]^T$ . Таким образом, векторы  $r_1$  и  $r_2$  определяют в момент времени  $t$  текущее расстояние  $R = \| r_1 - r_2 \|$  между  $S_1$  и  $S_2$  в выбранной системе координат.

Доминирующий вклад в погрешность измерения расстояния вносят канал распространения радиоволн, возникающие в условиях леса отражения от близкорасположенных стволов деревьев, собственный шум метки (передатчика) и сканера (приемника). Для точной оценки времени прихода сигнала (дальности) использовали методологию, описанную в [1]. Результат измерений сводится к оценке всех трех координат точки М.

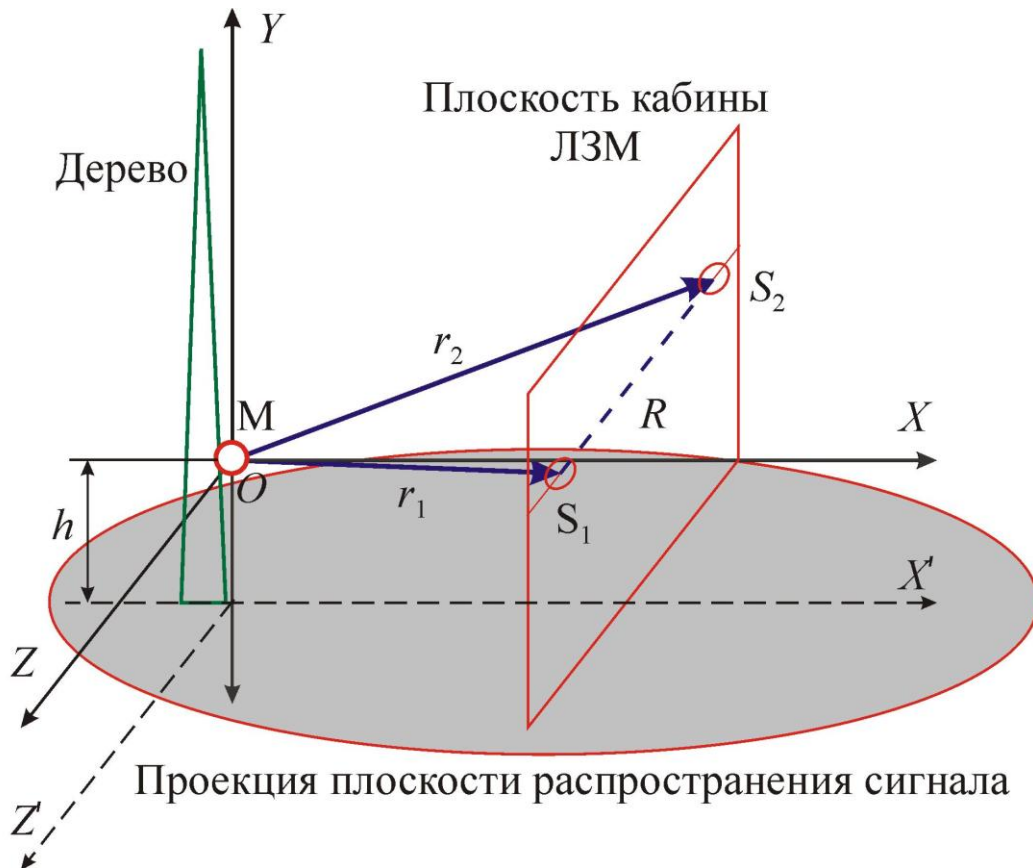


Рис. 2. Система координат сканирующего устройства:

М – радиочастотная метка;  $r_1$  и  $r_2$  – расстояние (радиус распространения сигнала) от М до сканера;  $h$  – высота расположения М;  $S_1$  и  $S_2$  – сканирующее устройство с двумя приемниками сигнала от М;  $R$  – расстояние между точками  $S_1$  и  $S_2$

Предлагаемый синтез алгоритма расчета координат выполним на основе марковской теории нелинейной фильтрации [2]. Введем трехмерный вектор переменных состояния

$$x^T = [x_1, x_2, x_3] = [x_2, y_2, z_2], \quad (1)$$

координаты являются неизвестными случайными величинами. Для неподвижного на интервале измерения  $r$  в дискретном времени для вектора  $x$  справедлива система разностных уравнений

$$x(k) = x(k-1), \quad k = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Случайные начальные условия для (2) определены заданием априорной плотности распределения вероятностей  $W[x(0)]$ , где в качестве источника информации о состоянии используются измерения дальности, объединенные в вектор наблюдения

$$z(k) = \|x(k) - r_1(k)\| + n(k), \quad (3)$$

где  $n(k)$  — одномерный вектор ошибок измерений.

Применяя формулу Байеса с учетом марковских свойств состояний (2) и наблюдений (3), можно записать уравнения, позволяющие рекурсивно обновлять апостериорную плотности распределения вероятностей по мере поступления наблюдений [3]. Для квадратичной функции потерь



**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

оптимальная байесовская оценка  $\hat{x}(k)$  текущего состояния  $x(k)$  реализуется в виде оператора апостериорного среднего.

Задачей экспериментальных исследований является определение ошибки измерения расстояния. Исследование проводили на местности в горизонтальной плоскости с углом от  $-90^\circ$  до  $+90^\circ$  с шагом  $45^\circ$ . Расчет ошибок с определением координат выполнен методом статистических испытаний при усреднении по 100 независимым реализациям гауссовых ошибок в канале наблюдений и различным начальным условиям для (2). При движении сканера в пределах действия радиочастотной метки радиусом 100 м со скоростью 5 км/ч ошибки измерений предположили статистически независимыми во времени с нулевым средним и среднеквадратичным отклонением 30 мм. Интервал сканирования, т.е. поступление данных – 1 с. Расстояние  $R$  между точками  $S_1$  и  $S_2$  выбрали 1 м, длину волны сигнала – 130 мм. Произведен расчет максимальной ошибки при определении места расположения радиочастотной метки  $M$ .

*Библиографический список*

1. Савин А.А., Тисленко В.И. Сравнительный анализ алгоритмов определения времени прихода импульсного сигнала при многолучевом распространении радиоволн // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2006. № 6. С. 62—66.

2. Сейдж Э., Мелс Дж. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении / под ред. Б.Р. Левина. М.: Связь, 1976. 496 с.

3. Doucet A. On Sequential Simulation-Based Methods for Bayesian Filtering // Technical report CUED / F-INFENG / TR 310, Department of Engineering, Cambridge University, 1998.

УДК 630\*6

С.П. Санников, В.В. Шипилов, П.А. Серков  
(S.P. Sannikov, V.V. SHipilov, P.A. Serkov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА  
МАНИПУЛЯТОРА НА ДЕРЕВО  
(GUIDANCE SYSTEM OF BODY MANIPULATOR ON WOOD)**

*Разработана система наведения рабочего органа манипулятора лесозаготовительной машины на ствол дерева с помощью радиочастотных меток.*

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

*Developed guidance system working body manipulator harvester on a tree trunk with RFID tags.*

Предложенный способ [1] наведения рабочего органа манипулятора лесозаготовительной машины (ЛЗМ) на ствол дерева оператором, который указывает объект посредством лазерного дальномера, имеет ряд недостатков. В лесу в естественных условиях помехами для лазерного дальномера являются листья деревьев, «пышные» кроны и пр. При использовании данного способа наведения манипулятора автор [1] не учитывает «транспортное» запаздывание системы управления рабочим органом ЛЗМ. Оператору с помощью лазерного дальномера необходимо указать две точки на стволе дерева – комель и вершину. Операция, связанная с указанием точек на стволе дерева, отвлекает оператора, что приводит к снижению производительности ЛЗМ.

Производительность ЛЗМ при выборочной рубке можно увеличить за счет автоматизации управления рабочим органом манипулятором при использовании RFID-меток. Предлагаемый способ представляет навигационную систему наведения рабочего органа манипулятора на ствол дерева. Данный способ управления сокращает время на подъезд к дереву, на приближение рабочего органа манипулятора к стволу дерева.

Оператор осуществляет выбор отведенного дерева на карте, отображаемой монитором, на которой автоматически показываются деревья с метками. Такая система способствует сохранности деревьев, т.е. меньшей повреждаемости стволов деревьев во время лесопиления [2]. Система повышает производительность труда оператора ЛЗМ, избавляет его от лишних действий, например по нахождению в лесу отведенного к рубке дерева, и подсказывает, как лучше поставить машину.

Данная система является экспертной – производит расчет расстояний до расположенных меток на деревьях, производит анализ расчетов и предлагает оператору варианты для выбора. Специальные радиочастотные датчики, расположенные на стволах деревьев, считываются сканером с монитором, который находится в кабине ЛЗМ. Радиочастотные метки, расположенные на стволах деревьев, содержат информацию о дереве (порода, возраст, координаты нахождения дерева).

Структурная схема системы автоматизированного наведения рабочего органа манипулятора ЛЗМ показана на рис. 1. Система состоит из радиочастотного датчика (метки), установленного на стволе дерева, манипулятора с рабочим органом, установленного на мобильном шасси с кабиной оператора, сканирующего устройства, расположенного в кабине оператора, для обнаружения и распознавания радиочастотного датчика, который связан со штатной системой управления манипулятором и рабочим органом.

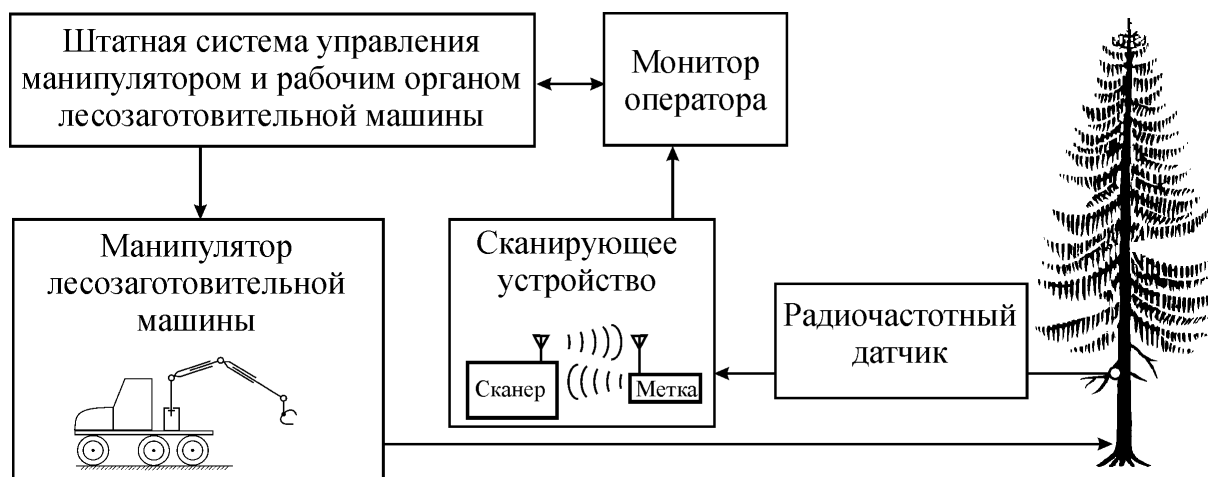


Рис. 1. Структурная схема экспертной системы наведения рабочего органа манипулятора ЛЗМ

Действует система следующим образом. При лесоотводе соответствующие деревья заносятся в базу данных и помечаются на вырубку. Сформированная таким образом база данных является неким документом для производства порубочных работ оператором ЛЗМ. Приближение рабочего органа манипулятора к дереву, не отмеченному в базе данных, выдаст оператору ЛЗМ соответствующую информацию. На мониторе у оператора высвечивается карта с отмеченными на ней цветными точками деревьями для спиливания. Цвет и форма точки указывают на геометрические размеры и породу дерева. При наведении манипулятора на помеченное дерево у оператора на мониторе метка становится активной, увеличивается в размерах и появляется информация о дереве: порода, высота, диаметр и пр. Таким образом, оператор имеет полную информацию о дереве и принимает решение – как распилить и куда положить сортимент. Система помогает принять правильное решение во время валки деревьев.

После принятого оператором решения контроллер по специально разработанному алгоритму наводит рабочий орган манипулятора на ствол дерева. Для разработки управляющей программы контроллера разработана виртуальная модель с использованием расчетных данных, приведенных в работе [3]. Контроллер определяет скорости перемещения элементов (звеньев) манипулятора, с тем чтобы помочь оператору быстро и без потерь времени подвести рабочий орган (захват) манипулятора на выбранный ствол дерева. На рис. 2 представлены результаты ускорения захвата при различных линейных скоростях движения и начальных углах, которые использованы в программе управления манипулятором ЛЗМ.

На основе полученных данных (см. [3]) о движения точки *B* рабочего органа захвата построены алгоритмы программ для контроллеров управления манипулятором. Наилучшим вариантом совместной работы

звеньев является вращение стрелы при возможном выдвижении рукояти (см. рис. 2, кривые 1 и 4). Технологические возможности манипулятора можно оценить после исследования характера зон обслуживания манипулятора при различных вариациях его перемещения в лесном массиве.

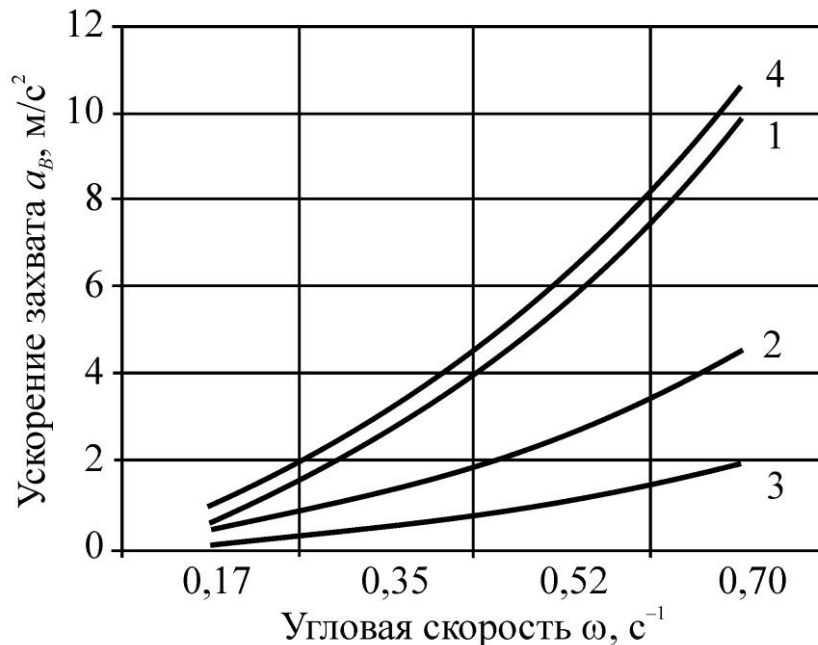


Рис. 2. Ускорения захвата манипулятора при начальных углах  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\psi = 180^\circ$  и линейной скорости  $U = 1$  м/с:

- 1 – стрела и рукоять вращаются и не выдвигаются;
- 2 – стрела вращается, рукоять выдвигается и не вращается;
- 3 – стрела неподвижна, рукоять вращается;
- 4 – стрела вращается, рукоять вращается и выдвигается

### *Библиографический список*

1. Способ наведения рабочего органа манипулятора лесной машины на объект / Шобанов Л.Н., Шургин А.И. Заявка на изобретение 2010147210. М., 2012.
2. Герц Э.Ф., Санников С.П., Соловьев В.М. Использование радиочастотных устройств для мониторинга экологической ситуации в лесах // Аграрный вестник Урала. 2012 г. № 1 (93). С. 37–39.
3. Добрачев А.А., Раевская Л.Т., Швец А.В. Исследование кинематики работы звеньев манипулятора в обобщенном виде. // Лесной вестник: науч.-информ. жур. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса. 2008. № 3. С. 118–122.

УДК 001.89

Л.В.Старикова, А.А. Добрачев  
(L.V. Staricova, A.A. Dobrachev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**НАУЧНО-ВНЕДРЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОПАРКИ ПРИ ВУЗАХ**  
(RESEARCH IN IMPLEMENTING TECHNO  
PARKS RUSSIAN UNIVERSITIES)

*Рассмотрены проблемы развития малых инновационных предприятий в университетах РФ. Показана необходимость их объединения в структуры технопаркового типа, сформированные на базе госсобственности вузов.*

*The problems of small, innovative companies in the universities of Russia. The necessity of combining them into structures Techno park type formed on the basis of state-owned universities.*

Наиболее эффективной формой стимулирования экономического развития, интеграции науки и производства в развитых странах являются структуры технопаркового типа. Начало технопаркам было положено в США в начале 50-х годов, когда Стэндфордский университет начал привлекать в освобождающиеся лаборатории и пустующие помещения отдельные научные коллективы, небольшие фирмы, занимающиеся наукоемким бизнесом, в основном выполняющие военные заказы министерства обороны. Так появились в США региональные специализированные технопарки, затем различные «кремниевые долины», а позже – и особые экономические зоны, которые стали основой для копирования инновационного бизнеса во всем мире\*.

В России образование технопарков началось в конце 1980-х годов в основном в высшей школе. Они, как правило, создавались в качестве структурных подразделений вузов, коллективы которых понимали необходимость развития кооперации науки и производства. Уральский лесной технопарк УГЛТУ, образованный в 2008 г., был организован за год до выхода Федерального закона от 02.08.2009 г. № 217-ФЗ, регламентирующего создание малых инновационных предприятий (МИП) в вузах и научных учреждениях. До выхода этого закона в состав технопарка были включены научные образования, выполнявшие научно-исследовательские работы по заказам и грантам, а также самостоятельные фирмы, производившие продукцию, разработанную в вузе. За время,

---

\* Акмаева Р.И. Инновационный менеджмент малого предприятия, работающего в научно-технической сфере. Ростов н/Д: Феникс, 2012. 541.

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

прошедшее после создания технопарка, в нем сложились несколько направлений инновационной деятельности, подготовлен солидный пакет инновационных предложений. Тем не менее создать нормальную инновационную структуру университет не в состоянии ни материально, ни по существующему законодательству. В сложившихся экономических обстоятельствах не может помочь в его становлении и лесной комплекс региона. Проанализируем основные причины трудного становления технопарка УГЛТУ да и некоторых других технопарков при университетах.

Во-первых, в органах государственной власти РФ появилось российское неофициальное определение технопарка: это обособленная территория с инфраструктурой, на которой должны организовываться и развиваться фирмы малого бизнеса различного профиля и направления деятельности, даже не имеющие в активе патент или ноу-хау, с целью создания для них более благоприятных условий для ведения бизнеса. В региональном законодательстве технопарки разделили на научно-внедренческие и научно-производственные. Именно последние обеспечиваются сегодня материальной и иной поддержкой властей и банков, как имеющие достаточные основные фонды и материальные ресурсы. Проблемы научно-внедренческих технопарков при вузах решаются лишь в некоторых регионах.

Во-вторых, авторы федерального закона о малых инновационных предприятиях в вузах не приняли во внимание тот факт, что стартового капитала у таковых нет: на «карманные» средства их учредителей – аспирантов и преподавателей – бизнес не построить. Для коммерциализации проектов малому инновационному предприятию, находящемуся на ранней стадии своего развития, кроме команды разработчиков и оборудованных площадей, требуются стартовые финансовые средства и предпринимательский опыт, которых обычно у инноваторов нет. Большинство малых предприятий не находят содействия в многочисленных сегодня банках, так как кредиты выдаются под конкретное имущественное обеспечение, которого на начальной стадии реализации патента или проекта у МИПов нет.

В связи с этим инноваторы начинают понимать, что положительного результата можно добиться, лишь взаимодействуя друг с другом, что и приводит их к мысли об организации технопарков при университетах. Кроме того, опыт автономного существования малых инновационных предприятий на основе авторских научных коллективов показывает, что наиболее эффективной формой организации может стать их слияние с уже существующими предприятиями малого бизнеса. В этом случае может появиться и стартовый капитал, и наработанный опыт финансового менеджмента, и организованная производственная база.

Таким образом, объединение в МИПах участников из сфер науки и малого бизнеса – наиболее реальный путь нормального функционирования и развития этих предприятий, а при финансовой поддержке со стороны государства на этапе становления можно обеспечить их эффективное инновационное развитие. Слияние интеллектуальных, финансовых и технологических ресурсов таких организаций, объединение их в единое управляющее предприятие – технопарк – явится условием нормального развития инновационного бизнеса в университетах.

УДК 51–7: 630\*3

М.А. Тетерина  
(M.A. Teterina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ПРОВЕРКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИНХРОНИЗАЦИИ  
ТРАНСПОРТНЫХ И ОБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН  
В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НА АДЕКВАТНОСТЬ  
(THE TRANSPORTING AND PROCESSING MACHINES  
IN FOREST HARVESTING SYSTEM SYNCHRONIZATION  
MATHEMATICS MODEL ADEQUACY VERIFICATION)**

*Расхождение экспериментальных и теоретических значений вероятности простоев (индекса синхронизации) системы «харвестер - форвардер» составляет в среднем 6,19 % (5,78 % - при заготовке сортиментов традиционным способом; 6,59 % при заготовке способом по патенту РФ №2365093).*

*The deviation of experimental and theoretic value of «harvester - forwarder» system demurrage probability (synchronization index) equals at the average 6,19 % (5,78 % - in the harvesting of the traditional way; 6,59 % - in the harvesting of the way according to the patent RF № 2365093).*

Для проверки адекватности разработанной модели синхронизации транспортных и обрабатывающих машин в лесозаготовительных системах [1] определены операционные характеристики системы «харвестер – форвардер», соответствующие условиям выполненного в июле 2011 г. эксперимента [2, 3] – значениям рейсовых нагрузок форвардера  $Q$  и расстояний трелевки  $L$  при заготовке сортиментов традиционным способом (табл. 1) и способом по патенту РФ №2365093 (табл. 2).

Расхождение экспериментальных и теоретических значений вероятности (процента) времени простоев системы при заготовке сортиментов традиционным способом (рис. 1) составило в среднем 5,78 %.

Таблица 1

Результаты определения операционных характеристик  
системы «харвестер – форвардер»

Операционные характеристики	Значения при заготовке сортиментов традиционным способом								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Грузовместимость форвардера Q, шт.	70	70	120	120	60	130	95	95	95
Среднее расстояние транспортировки L, м	200	600	200	600	400	400	117	683	400
Интенсивность обработки сортиментов в фазе «форвардер», шт./мин.	0,047	0,036	0,031	0,026	0,045	0,027	0,039	0,029	0,033
Абсолютная пропускная способность фазы «форвардер», шт./мин.	3,277	2,521	3,744	3,144	2,044	3,483	3,733	2,784	3,192
Вероятность простоев форвардера	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Абсолютная пропускная способность фазы «харвестер», шт./мин.	3,277	2,521	3,744	3,144	2,044	3,484	3,733	2,784	3,192
Вероятность простоев харвестера	0,37	0,515	0,28	0,395	0,607	0,33	0,282	0,465	0,386
Вероятность простоев системы	0,37	0,515	0,28	0,395	0,607	0,33	0,282	0,465	0,386
Средняя рейсовая нагрузка форвардера, шт.	70,00	70,00	119,99	120,00	59,99	129,96	94,99	95,00	95,00
Среднее число сортиментов в межоперационном запасе, шт.	68,296	69,17	117,43	118,47	58,93	127,97	92,46	93,85	93,41

Таблица 2

Результаты определения операционных характеристик  
системы «харвестер – форвардер»

Операционные характеристики	Значения при заготовке сортиментов традиционным способом									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Грузовместимость форвардера Q, шт.	70	70	120	120	60	130	95	95	95	



Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее расстояние транспортировки L, м	200	600	200	600	400	400	117	683	400
Интенсивность обработки сортиментов в фазе «форвардер», шт./мин.	0,0468	0,036	0,0312	0,0262	0,0448	0,0268	0,0393	0,0293	0,0336
Абсолютная пропускная способность фазы «форвардер», шт./мин.	3,276	2,52	3,745	3,145	2,688	3,484	3,732	2,783	3,193
Вероятность простоев форвардера	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Абсолютная пропускная способность фазы «харвестер», шт./мин.	3,276	2,52	3,745	3,145	2,688	3,484	3,732	2,783	3,193
Вероятность простоев харвестера	0,255	0,427	0,149	0,285	0,389	0,208	0,152	0,368	0,274
Вероятность простоев системы	0,255	0,427	0,149	0,285	0,389	0,208	0,152	0,368	0,274
Средняя рейсовая нагрузка форвардера, шт.	70,00	70,00	120,00	120,00	59,997	129,99	94,961	94,985	95,00
Среднее число сортиментов в межоперационном запасе, шт.	67,085	68,66	114,29	117,45	58,430	126,20	89,413	93,279	92,355

Расхождение экспериментальных и теоретических значений вероятности (процента) времени простоев системы при заготовке сортиментов способом по патенту РФ №2365093 (рис. 2) составило в среднем 6,59 %.

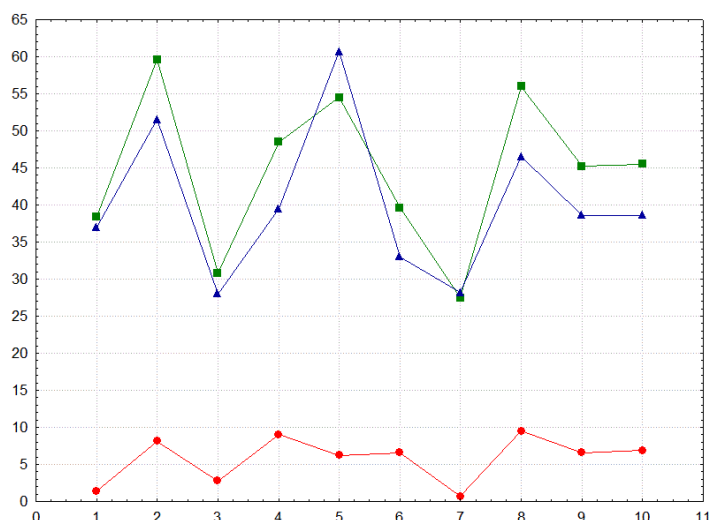


Рис. 1. Экспериментальные  $P_{\text{эсп.}}$  и теоретические  $P_{\text{теор.}}$  значения процента времени простоев системы «харвестер - форвардер» при заготовке сортиментов традиционным способом:

▲ –  $P_{\text{теор.}}$ , ■ –  $P_{\text{эсп.}}$ , ● – расхождение

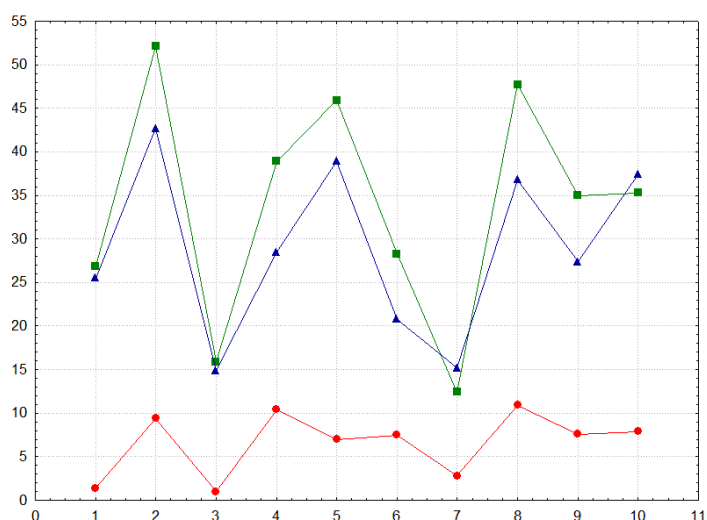


Рис. 2. Экспериментальные  $P_{\text{эсп.}}$  и теоретические  $P_{\text{теор.}}$  значения процента времени простоев системы «харвестер - форвардер» при заготовке сортиментов способом по патенту РФ №2365093):

▲ –  $P_{\text{теор.}}$ , ■ –  $P_{\text{эсп.}}$ , ● – расхождение

### *Библиографический список*

1. Якимович С.Б., Тетерина М.А. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины: моногр. Йошкар-Ола, 2011. 201 с.

2. Оптимально функциональные синхронизированные транспортно-обрабатывающие системы и управление ими: отчет о НИР (промежуточ.) /С.Б. Якимович, К.С. Якимович, М.А. Тетерина [и др.]; МарГТУ: Йошкар-Ола. 2011. 124 с. Гос. контракт №16.540.11.0518.

3. Мобильные ресурсосберегающие, экологически щадящие транспортно-обрабатывающие лесопромышленные системы: управление режимами и параметрами в координатах пространства-времени в условиях природно-производственной стохастической неопределенности: отчет о НИР (промежуточ.) / М.А. Тетерина, С.Б. Якимович, В.Н. Пуртов, Ю.О. Алексеев; МарГТУ: Йошкар-Ола. 2011. 61 с. Гос. контракт №16.540.11.0225.

УДК 51–7: 630\*3

М.А. Тетерина  
(M.A. Teterina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ И ХАРАКТЕРА  
ЭФФЕКТОВ СИНХРОНИЗАЦИИ МАШИН  
В СИСТЕМЕ «ХАРВЕСТЕР – ФОРВАРДЕР»  
ПРИ РАБОТЕ ТРАДИЦИОННЫМ СПОСОБОМ  
(SEPARATION AND SIGNIFICANCE AND CHARACTER  
ESTIMATION OF THE EFFECTS OF MACHINES  
SYNCHRONIZATION IN «HARVESTER - FORWARDER» SYSTEM  
IN THE HARVESTING OF THE TRADITIONAL WAY)**

*Статистически значимые эффекты синхронизации машин в лесозаготовительной системе «харвестер – форвардер» – линейные эффекты расстояния транспортировки и рейсовой нагрузки форвардера и квадратичный эффект расстояния транспортировки.*

*The statistic significant effects of machines synchronization in «harvester - forwarder» forest harvesting system are linear effects of transporting distance and scheduled forwarder charge and quadratic effect of transporting distance.*

С целью выделения и оценки значимости и характера эффектов синхронизации транспортных и обрабатывающих машин в лесозаготовительной системе «харвестер – форвардер» в июле 2011 г. проведены экспериментальные исследования [1, 2]. Анализ экспериментальных данных, полученных при заготовке сортиментов традиционным способом [3], выполнен на модели второго порядка, которая основана на оценке главных эффектов и эффектов взаимодействия. Адекватность выбранной модели установлена с помощью дисперсионного анализа (таблица) [4]. Результаты дисперсионного анализа оценивались по чистой ошибке. Результаты дисперсионного анализа видно, что статистически значимые эффекты (уровень  $p < 0,05$ ) – линейные эффекты расстояния транспортировки  $L$ , м, рейсовой нагрузки форвардера  $Q$ , шт., и квадратичный эффект расстояния транспортировки. На основе анализа получено уравнение регрессии:

***ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013***

$$P = 0,43 - 3,82 \cdot 10^{-3} Q + 1,33 \cdot 10^{-3} Q^2 + 1,03 \cdot 10^{-3} L - 4,55 \cdot 10^{-7} L^2 - 1,75 \cdot 10^{-6} QL \quad (1)$$

Характер зависимости отклика от факторов проиллюстрирован графиком поверхности отклика (рис. 1). Для более детального изучения значений отклика представлен контурный график (рис.2).

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа данных эксперимента по синхронизации машин в системе «харвестер – форвардер»

Эффекты факторов	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средние квадраты отклонений	Критерий Фишера F	Уровень значимости $\alpha$
Линейный эффект расстояния l(L)	0,019772	1	0,019772	4393,87	0,009603
Квадратичный эффект расстояния q(L)	0,000316	1	0,000316	70,19	0,075627
Линейный эффект рейсовой нагрузки l(Q)	0,078418	1	0,078418	17426,24	0,004822
Квадратичный эффект рейсовой нагрузки q(Q)	0,001512	1	0,001512	336,04	0,034694
Эффект взаимодействия расстояния и рейсовой нагрузки l(L)-l(Q)	0,000306	1	0,000306	68,06	0,076795
Потеря согласия	0,000096	3	0,000032	7,12	0,267240
Чистая ошибка	0,000005	1	0,000005		
Сумма квадратов отклонений	0,101562	9			

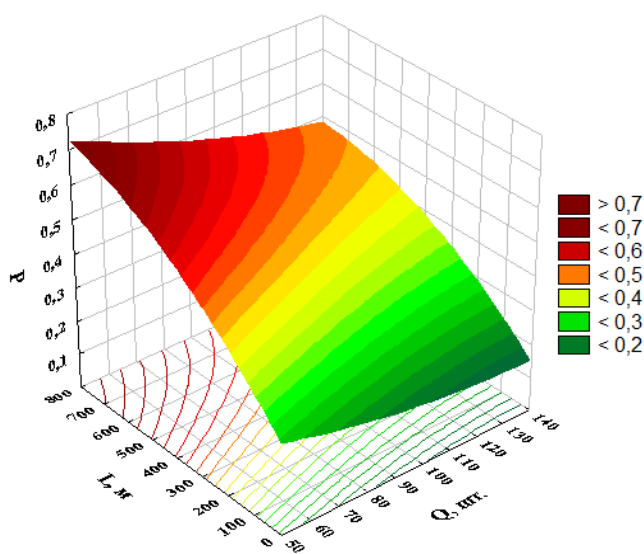


Рис. 1. График поверхности отклика эксперимента по синхронизации машин в системе «харвестер – форвардер»

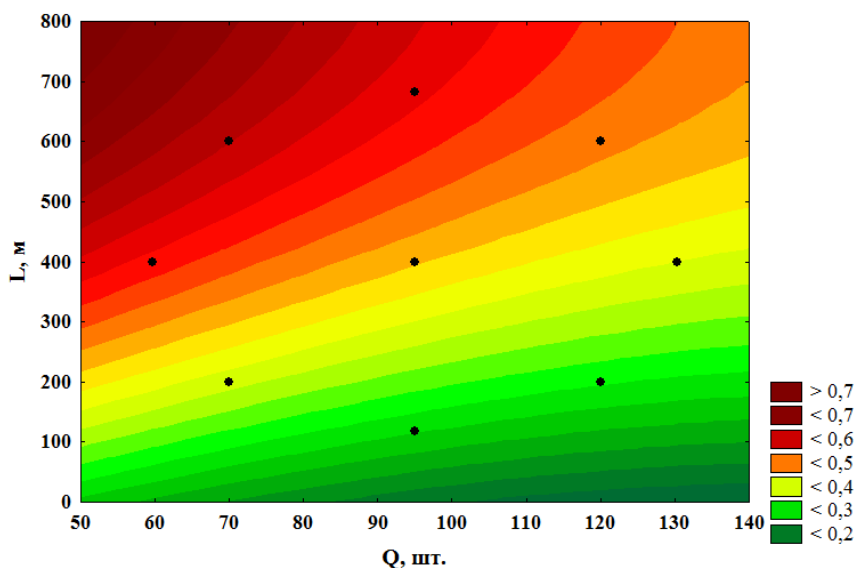


Рис. 2. Контурный график поверхности отклика эксперимента по синхронизации машин в системе «харвестер – форвардер»

### *Библиографический список*

1. Оптимально функциональные синхронизированные транспортно-обрабатывающие системы и управление ими: отчет о НИР (промежуточ.) / С.Б. Якимович, К.С. Якимович, М.А. Тетерина и др. МарГТУ: Йошкар-Ола, 2011. 124 с. Гос. контракт № 16.540.11.0518.
2. Мобильные ресурсосберегающие, экологически щадящие транспортно-обрабатывающие лесопромышленные системы: управление режимами и параметрами в координатах пространства-времени в условиях природно-производственной стохастической неопределенности: отчет о НИР, промежуточ.) / М.А. Тетерина, С.Б. Якимович, В.Н. Пуртов, Ю.О. Алексеев – МарГТУ: Йошкар-Ола, 2011. 61 с. Гос. контракт № 16.540.11.0225.
3. Азаренок В.А., Герц Э.Ф., Мехренцев А.В. Сортиментная заготовка леса: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 1999. 134 с.
4. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М: Наука, 1971. 283 с.

УДК 674.093.021

В.Я. Тойбич, В.Е. Петряев  
(V.J. Toybich, V.E. Petriaev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## ОДНОКАНАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДИАМЕТРА БРЕВНА (CHANNEL OPTICAL SENSOR LOG DIAMETER)

*Способ оптического измерения диаметра лесоматериала для определения объема древесины.*

*The method of optical measurement diameter and determining the volume logs.*

Существует множество способов измерения диаметра круглых лесоматериалов [1, 2]. Одним из способов является оптический метод, который подразумевает создание оптической сетки с определенным шагом. Недостаток данного метода заключается в трудности создания оптической сетки с одним источником или использования большого количества источников и фотоприемников. Рассмотрим другой способ измерения диаметра с помощью одного источника и одного фотоприемника.

На рис. 1 дана структурная схема такого измерителя.

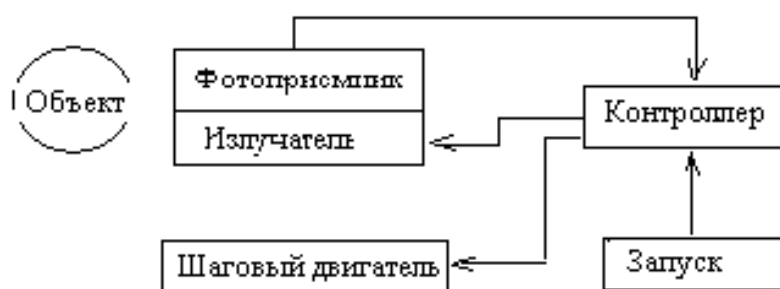


Рис. 1. Структурная схема измерителя

Управляет процессом измерения контроллер. По команде «Запуск» включается излучатель и приводится в движение шаговый двигатель. Оптическая пара, состоящая из излучателя и фотоприемника (оптопара), механически перемещаемая в пространстве, «осматривает» объект и «ищет» сигнал обратной связи. Важно, что перемещение оптопары дискретно и, следовательно, повышая степень дискретизации, можно повысить точность измерения, а количество «шагов», совершенных

шаговым двигателем, будет отражать функцию диаметра измеряемого объекта.

После получения контроллером сигнала обратной связи от фотоприемника процесс перемещения останавливается, контроллер производит необходимые вычисления и дает команду шаговому двигателю на возврат оптопары в исходное положение.

На рис. 2 представлена технологическая схема процесса измерения.

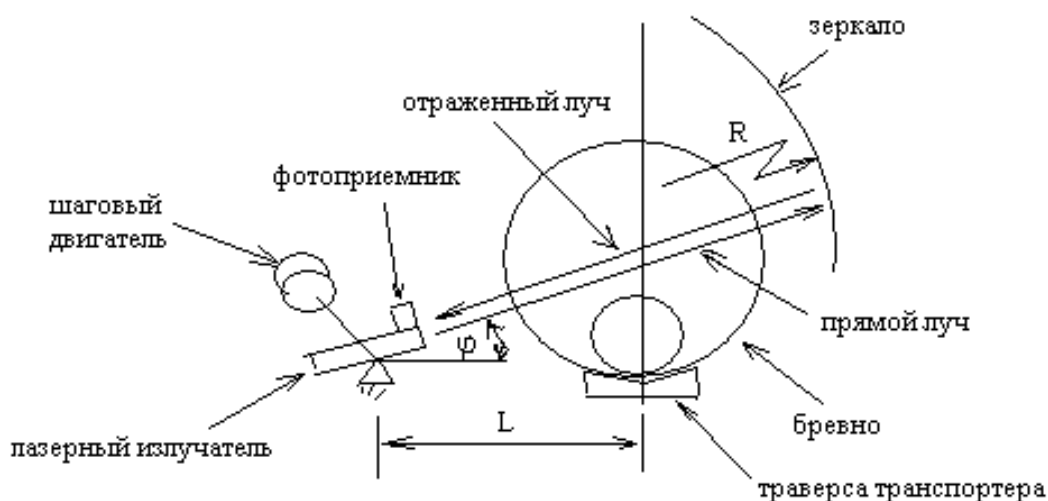


Рис. 2. Схема технологическая

В фокусе вогнутого зеркала расположена оптопара, образованная лазерным излучателем и фотоприемником, оптические оси которых совмещены с минимальным расхождением (они находятся в едином корпусе). Перемещение оптопары на угол  $\varphi$  осуществляется дискретно шаговым двигателем. Исходное положение оптопары, т.е. начальный угол  $\varphi$ , задается значением минимального диаметра измеряемого бревна, а максимальное значение угла  $\varphi$  соответствует моменту прохождения отраженного от зеркала луча (минимальный и максимальный диаметры бревна показаны окружностями на траверсе транспортера). На точность измерения будет оказывать влияние изменение размера  $L$ . Очевидно, что уменьшение этого размера должно привести к увеличению диапазона изменений угла  $\varphi$ , однако уменьшать  $L$  до  $\frac{1}{2}$  максимального значения диаметра бревна нецелесообразно из конструктивных соображений. Повысить точность измерения можно и за счет уменьшения «шага» двигателя электрическим или механическим способом. Электрически шаг двигателя может быть уменьшен с типового значения  $1,8$  до  $0,9^\circ$  [3], а механическое уменьшение шага возможно за счет редукции. Маленькие размеры и вес современных твердотельных лазерных излучателей и фотоприемников позволяют закрепить такую оптопару непосредственно на валу шагового двигателя без опасения влияния привнесенного момента инерции такой конструкции на собственные характеристики двигателя.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

На рис. 3. приведена конструктивная схема крепления оптопары к шаговому двигателю. Размеры и конструкция скобы зависят от конкретного типоразмера вала двигателя.

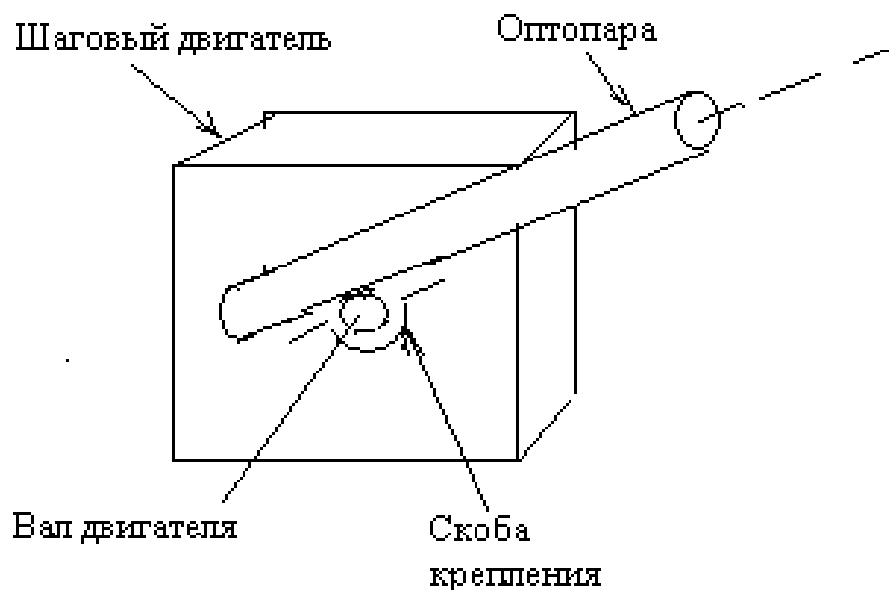


Рис. 3. Схема конструктивная закрепления оптопары на валу шагового двигателя

Таким образом, построение вышеизложенной схемы и её исследование позволит получить недорогой, но эффективный способ измерения диаметра бревен.

*Библиографический список*

1. Вильке Г.А. Автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий: учебник. М.: Лесн. пром-сть, 1972. 416 с.
2. Петровский В.С., Харитонов В.В. Автоматика и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий: учебник. М.: Лесн. пром-сть, 2005. 411 с.
3. Мортон Д. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс / пер. с англ. М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2006. 272 с.: ил. (серия «Мировая электроника»).



УДК 630.674.6.02 – 674.09

В.В. Чамеев, К.В. Ивачева, Р.А. Уксусов, В.В. Терентьев  
(V.V. Chameev, K.V. Ivacheva, R.A. Uksusov, V.V. Terentyev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ИМИТАЦИОННЫХ  
МОДЕЛЯХ КОМПЛЕКС-ПРОГРАММЫ «ЦЕХ»**  
(PLANNING FOR EXPERIMENTAL SIMULATION MODEL CENTER  
OF THE «SAWMILL»)

*Проведён многофакторный эксперимент с целью математического описания работы лесопильной рамы Р63-4Б. Особенность данной работы в том, что планирование эксперимента проводилось с помощью имитационных моделей, заложенных в комплекс-программу «ЦЕХ».*

*Conducted multivariate experiment to the mathematical description of the frame sawing R63-4B. Design of experiments was carried out using simulation models, embedded in a complex program «SAWMILL».*

При планировании работы с поставщиками сырья и потребителями готовой продукции необходимы прогнозные оценки по объёмам пиловочного сырья и пиломатериалов. Планирование названных показателей эффективно при наличии прогнозных оценок, получаемых на математических моделях. Математическая модель изучаемого объекта используется для оптимизации исследования (экстремальный эксперимент) или для целей аппроксимации.

Чтобы получить математическую модель часто проводят факторный эксперимент, суть которого заключается в варьировании всех факторов объекта исследования по определённому плану. Наиболее простыми и поэтому широко распространёнными являются планы получения линейных моделей объектов исследования, в которых факторы варьируют на двух уровнях, т.е. экспериментов типа  $2^k$ . Менее популярны эксперименты с количеством исследуемых факторов больше двух, так как с ростом их числа резко возрастает количество опытов.

Сущность полного факторного эксперимента первого порядка ПФЭ  $2^2$  при его проведении состоит в одновременном варьировании всех факторов по определённому плану, представлении математической модели (функции отклика) в виде линейного полинома и исследовании последнего методами математической статистики.

Планирование, проведение и обработка результатов ПФЭ состоит из следующих обязательных этапов: выделение значимых переменных (факторов) объекта исследования и выбор уровней и интервалов варьирования факторов; кодирование факторов; составление план-матрицы

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

эксперимента; реализация плана эксперимента; проверка воспроизводимости опытов; проверка адекватности линейной модели; оценка значимости коэффициентов регрессии.

Особенностью данной работы является заполнение ячеек план-матрицы ПФЭ  $2^2$  с помощью имитационных моделей. На основании теоретических представлений о процессе проведённых ранее экспериментальных исследований, за значимые факторы приняты толщина (диаметр) и длина сырья. При кодировании факторов за нулевой уровень толщины сырья принят средний диаметр  $d_{cp}$  с вероятностью 0,997, находящийся в интервале  $d_{cp} \pm 3 SKO_{dcp}$  (СКО среднее квадратическое отклонение), т.е. от 16,88 до 23,12 см.

За нулевой уровень длины сырья принимается средняя длина сырья  $L_{2cp}$ . Соответственно за нижний уровень –  $L_{1cp}$ , за верхний –  $L_{3cp}$ .

Результаты вычислений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Кодирование факторов

Интервал варьирования и уровень факторов	Средний диаметр сырья $d_{cp}$ , см	Средняя длина сырья $L_{cp}$ , м
Нулевой уровень $x_i = 0$	20	6,00
Интервал варьирования $\delta_i$	3,12*	0,50
Нижний уровень $x_i = -1$	16,88	5,50
Верхний уровень $x_i = +1$	23,12	6,50
Кодовое обозначение	$x_1$	$x_2$
* $3 SKO_{dcp} = 3,12$ см		

Связь между кодовым и натуральным выражением фактора задаётся формулой

$$x_i = X_i = \frac{X_i - x_{i0}}{\delta_i},$$

где  $X_i$  – натуральные значения фактора;

$x_{i0}$  – значение  $i$ -го фактора на нулевом уровне;

$\delta_i$  – интервал варьирования  $i$ -го фактора.

План матрицы эксперимента ПФЭ  $2^2$  представлен в табл. 2.

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента для двух факторов на двух уровнях

Опыты	$x_0$	Планирование		Переменная состояния $y$
		$x_1$	$x_2$	
1	+1	+1	+1	$y_1$
2	+1	-1	+1	$y_2$
3	+1	+1	-1	$y_3$
4	+1	-1	-1	$y_4$

Таблица 3

Проведение имитационных экспериментов для лесопильной рамы Р63-4Б на ЭВМ  
по компонент-программе **СТАНОК**

Опыты	Толщина (диаметр) сырья $d$ , см, в источниках					Длина сырья $L$ в источниках						Поставы, мм	Переменная состояния $y^{**}$
	1			2		1			2				
	$P_{лог}^*$	$d_{ср}$	$\sigma_d$	$d_{ср}$	$\sigma_d$	Доля брёвен 1-й группы по длине	$L_{ср}$ , м	$\sigma_L$ , см	Доля брёвен 1-й группы по длине	$L_{ср}$ , м	$\sigma_L$ , см		
1	0,02	23,12	5,757	23,12	5,757	1	6,50	3,00	1	6,50	3,00	25-50-50-70-50-50-25	132
2	0,862	16,88	3,838	16,88	3,838	1	6,50	3,00	1	6,50	3,00	19-25-40-50-40-25-19	116
3	0,02	23,12	5,757	23,12	5,757	1	5,50	3,00	1	5,50	3,00	25-50-50-70-50-50-25	110
4	0,862	16,88	3,838	16,88	3,838	1	5,50	3,00	1	5,50	3,00	19-25-40-50-40-25-19	97,5

\* Вероятность описания толщины сырья  $d$  логнормальным распределением  $P_{лог}$  в источнике 1;  
вероятность описания толщины сырья нормальным распределением в источнике 2:  $P_{нор} = 1 - P_{лог}$ .

\*\* За переменную состояния принята величина  $t_{ц}$ .

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Переменной состояния у для решения поставленных задач может быть среднее время пиления бревна на головном станке лесообрабатывающего цеха  $t_{ц}$ , с; сменная производительность лесообрабатывающего цеха по пиловочному сырью  $\Pi_{см}^c$ , м<sup>3</sup> и готовой продукции  $\Pi_{см}^п$ , м<sup>3</sup>.

Цикловые затраты времени определяются по компонент-программе СТАНОК комплекс-программы «ЦЕХ». Основные исходные данные для проведения имитационных экспериментов по компонент-программе СТАНОК для лесопильной рамы Р63-4Б и результаты моделирования приведены в табл. 3. Обработка полученных результатов на базе полного факторного эксперимента позволила получить математическую модель зависимости средней длительности распиловки бревен на лесопильной раме Р63-4Б от средней толщины  $d_{ср}$  и средней длины сырья  $l_{ср}$  в виде линейного полинома  $t_l = 2,28d_{ср} + 20,25l_{ср} - 53,31$ , с. Модель адекватна, соответствует средним условиям  $d_{ср} = 20$  см и  $l_{ср} = 6$  м с диапазонами варьирования факторов  $16,88 \leq d_{ср} \leq 23,12$  см и  $5,5 \leq l_{ср} \leq 6,5$  м. Связь  $d_{ср}$  со средним объемом хлыста  $V_x$  выражается зависимостью Чувелева А.Я.

$$d_{ср} = e^{3,433} V_x^{0,262} l_{ср}^{-0,117}, \text{ где } d_{ср} \text{ в см, } V_x \text{ в м}^3, l_{ср} \text{ в м.}$$

Переход к сменной производительности лесопильного потока с учетом синхронизации станков осуществляется на имитационной модели, входящей в компонент-программу ПОТОК (в простейшем случае определение  $\Pi_{см}$  возможно по программе ПСМ), выход готовой продукции – по компонент-программе ПРОДУКЦИЯ (в простейшем случае по программе ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ.)

В табл. 4 приведены значения сменной производительности цеха с головной рамой Р63-4Б по сырью.

Таблица 4

Значения сменной производительности цеха по сырью, м<sup>3</sup>  
с головной рамой Р63-4Б

$d_{ср}$ , см	Средняя длина бревна $l_{ср}$ , м				
	6,5	6,25	6	5,75	5,5
17	28,93	28,91	28,75	28,70	28,67
18	31,63	31,52	31,42	31,32	31,26
19	34,43	34,26	34,15	34,01	33,92
20	37,28	37,08	36,92	36,78	36,63
21	40,19	40,00	39,77	39,60	39,44
22	43,17	42,93	42,67	42,45	42,26
23	46,20	45,94	45,66	45,37	45,12

Область применения изложенного подхода исследований технологических процессов – прогнозирование и оперативное планирование работы лесообрабатывающих цехов в зависимости от основных таксационных показателей лесосек, отведенных в рубку.

УДК 630.24: 630.31

В.А. Шавнин, М.В. Шавнина  
(V.A. Shavnin, M.V. Shavnina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВОК В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ (FEATURES LOGGING IN CONIFEROUS FORESTS)

*Рассмотрена одна из важнейших проблем сплошных рубок в хвойных лесах – ветроустойчивость оставшегося древостоя.*

*Considered one of the major problems of selective logging in the coniferous forest – wind resistance of the remaining stand.*

В России вырубается в год около 2 млн. га лесопокрытой площади, включая сплошные и сплошные рубки, после чего в дальнейшем требуется проведение лесовосстановительных мероприятий, осуществляемых органами лесного хозяйства.

Одной из важнейших проблем сплошных рубок в хвойных лесах является ветроустойчивость оставшегося древостоя, который зачастую прекращает своё существование после первого приема рубок.

Наиболее подвержены ветровалу елово-пихтовые древостои, хотя на основе эксперимента выявлено к примеру, что ель и сосна примерно равны по устойчивости к ветровой нагрузке. Нами были проведены опыты с помощью лебедки трелевочного трактора и динамометра. Произведён искусственный повал более 220 деревьев ели и 120 сосен различного диаметра, бонитета и возраста. При повале проводилось более 20 замеров каждого дерева, влияющих на ветроустойчивость.

Предлагается методика определения ветроустойчивости деревьев.

Для проведения искусственного повала привлекалось следующее оборудование: трактор с лебедкой, трос длиной 30-35 м, динамометр до 10 т. Длина троса определялась техникой безопасности при повале деревьев (рис. 1).

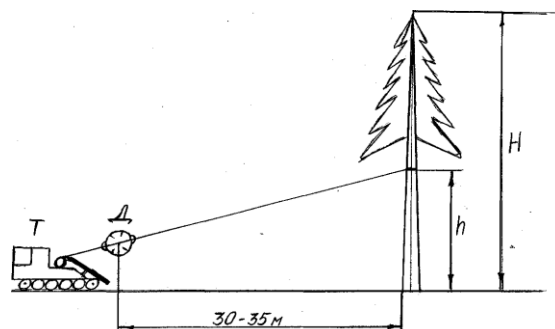


Рис. 1. Схема искусственного повала деревьев:

Н – высота дерева, h – высота крепления троса, Д – динамометр, Т – трактор с лебедкой

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Основные исследования проводились на делянках опытно-промышленных рубок, часть работ выполнялась на пробных площадях, модельные деревья описывались по таксационным характеристикам.

Усилие, фиксируемое динамометром, с помощью ряда формул переводилось на скорость ветра, при которой деревья могли быть повалены. Основные замеры учитывали следующие показатели: высоту и диаметр деревьев, форму кроны, расстояние до ближайших деревьев, глубину корневой системы, диаметр вывала, возраст и другие показатели. Способ разработки лесосек и технология лесозаготовок защищены авторским свидетельством № 1426765 [1].

Полевые описания делянок и пробных площадей включали данные о типе леса, мощности почв, рельефе местности, учитывалось направление господствующих ветров, проводился учет естественного возобновления.

По материалам исследований выявлен показатель плотности древостоя по диаметру, зависящий от абсолютной полноты древостоя.

Снижение опасности ветровала также определяется изменением ширины лесосечных пасек. Разработанная шкала ветроустойчивости учитывает плотность древостоя, класс бонитета по продуктивности и глубину почв - до 40 см и более 40 см.

Перед разработкой лесосек, по данным материалов отвода рассчитывается «Модель ветроустойчивого древостоя», пример которой приводится в таблице.

Показатели	Распределение показателей по ступеням толщины									
	16	20	24	28	32	36	40	44	48	Итого
Число деревьев на 1 га, шт.	23	38	60	91	78	52	28	14	5	389
Абсолютная полнота, м <sup>2</sup> /га	0,5	1,7	4,4	10,1	16,3	21,6	25,1	27,2	28,1	28,1
Плотность древостоя, см/м	0,8	1,5	2,4	3,6	4,5	5,3	5,7	5,9	6,0	6,0
Скорость ветра, вызывающая ветровал, м/с	21	22	23	24	25	25	26	26	26	26

Значения показателя «Абсолютная полнота» и «Плотность древостоя» приведены нарастающим итогом.

В результате анализа сделан вывод, о том, что на ветровал влияют, в первую очередь почвенные-грунтовые условия, соответственно – типы леса. Каждую лесосеку необходимо просчитывать через «Шкалу ветроустойчивости», «Модель ветроустойчивости» по материалам отвода лесосек, определяющим отпускной диаметр в рубку [2]. В результате, после первого приема рубки должен остаться древостой, способный противостоять ветровой нагрузке до 25 м/с.

Ожидаемые результаты отражены на рис. 2.

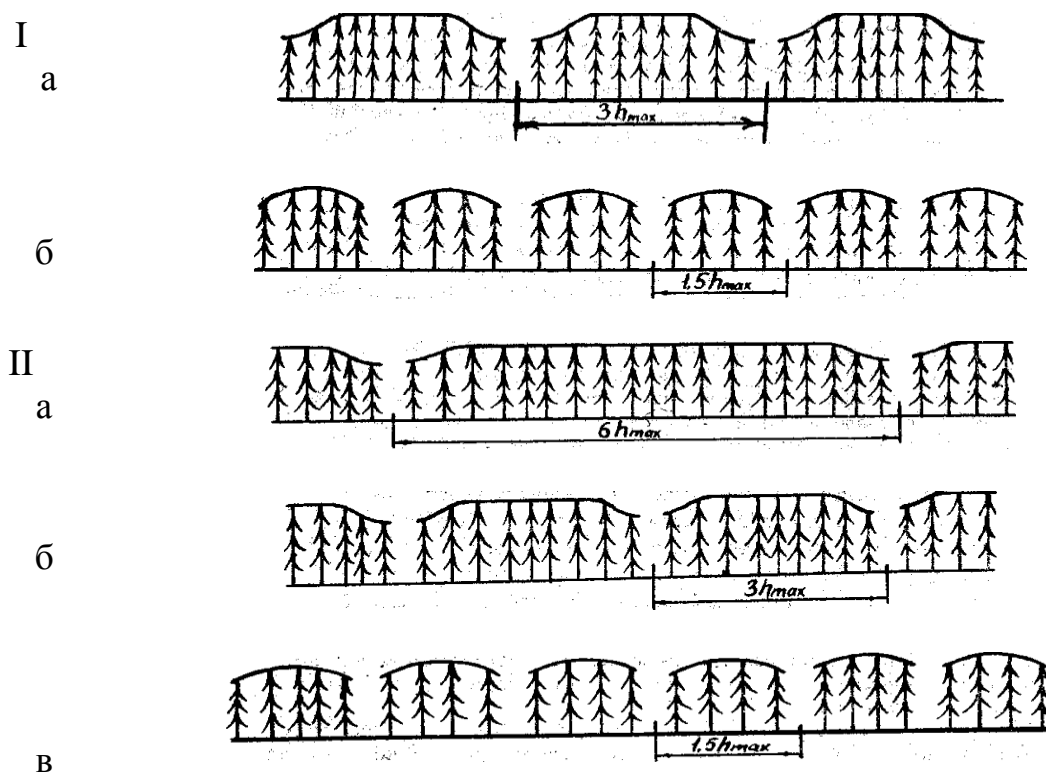


Рис. 2. Аэродинамический профиль древостоев при постепенно – выборочных рубках:

- I: а – первый прием двухприемных постепенных рубок;  
 б – второй прием двухприемных постепенных рубок;  
 II: а – первый прием трехприемных постепенных рубок;  
 б – второй прием трехприемных постепенных рубок;  
 в – третий прием трехприемных постепенных рубок

#### *Библиографический список*

1. А.с. 1426765 СССР, МКИ<sup>3</sup> А01 G 23/03 (СССР). Способ разработки лесосеки при двухприемной равномерно-постепенной рубке / В.А. Шавнин, А.Г. Шавнин, Е.В. Полковников, опубли. 30.09.88, Бюл. № 21.
2. Шавнин В.А. Шкала ветроустойчивости ельников // Повышение продуктивности лесов Урала. Свердловск: УЛТИ, 1996.

УДК 674.8

Ю.Л. Юрьев, В.Б. Терентьев  
(Y.L. Yuriev, V.B. Terentjev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)  
С.А. Самойленко  
(S.A. Samoilenko)  
УТДУ, Н.Тагил  
(UTC, N.Tagil)

**ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕЛИКВИДНОЙ  
ЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**  
(THE PROBLEM OF ILLIQUID HARDWOOD PROCESSING)

*Рассмотрены проблемы снижения издержек производства при термохимической переработке неликвидной лиственной древесины.*

*(The problems of reducing production costs by thermochemical processing of illiquid hardwood)*

Многие лесозаготовители потеряли свои традиционные рынки сбыта лесоматериалов. Отсутствие сбыта усугубляет проблему использования низкосортных и малоликвидных лесоматериалов. Если раньше для прибыльности достаточно было распилить на доски хвойные лесоматериалы и продать фанерный кряж, то сейчас у многих лесозаготовителей без переработки низкосортных и малоликвидных лесоматериалов прибыльной экономики уже не получается. Кроме переработки на древесный уголь, других доступных и относительно простых и недорогих технологий переработки этого сырья нет.

Отдельно нужно отметить такую важную составляющую себестоимости, как цена на сырье. Лесозаготовители по правилам рубки в любом случае должны производить рубку в соответствии с планами. При этом из-за отсутствия сбыта на фанерный кряж и березовые балансы предложения на рынке сырья должны возрасти и это можно рассматривать как понижающий фактор цены.

Как возможность снижения себестоимости следует рассмотреть вариант изготовления древесного угля из других, более дешевых и мало востребованных пород – чаще всего осины и ольхи.

В целом требования к сырью должны соответствовать ГОСТ 24260-80 «Сырье древесное для пиролиза и углежжения». Однако развитие современных технологий пиролиза выдвигает дополнительные требования.

Особенно важными параметрами при подготовке сырья являются длина и поперечные размеры поленьев, закладываемых в реторты.



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Для ручной укладки в короткие реторты лучше применять поленья длиной 500 мм, а для длинных реторт при загрузке навалом – короткие поленья длиной 120-150 мм. Однако существующие аппараты (финские или словенские) не позволяют пилить и колоть поленья длиной менее 250 мм.

Выше мы уже рассматривали возможность применения более дешевого сырья (осины) взамен березового. Однако в случае, если береза является недоступным для вас или вашего региона сырьем и вы уже используете другие породы, то в сравнении со стволовой древесиной вполне реально можно использовать отходы лесопиления, в том числе и хвойные. При этом надо иметь в виду, что если вы изготавливаете древесный уголь на оборудовании, не способном выпускать уголь качеством выше 1-го сорта, вы не должны использовать хвойные породы. В противном случае ваш хвойный уголь будет выделять в повышенном количестве канцерогены и применение такого угля для приготовления пищи прямо запрещено законодательством и трактуется, как умышленное нанесение вреда здоровью.

Использование же березовых и осиновых отходов лесопиления вполне допустимо. Правда, нужно сразу подготовиться к тому, что уголь будет некрупный, впрочем для розницы и мелкой фасовки это не имеет большого значения.

Все, кто производит уголь на установках с выемными вертикальными ретортами, уже давно обратил внимание на то, что на выходе дымовых газов из установки их температура составляет 400-450 °С. Использование этого тепла позволяет получить дополнительные доходы.

В настоящее время выпускаются установки, где предусмотрен отбор избыточного тепла. Это МПРУ-21В и МПРУ-22В. Каждая из них в стандартной комплектации позволяет получить 120 и 240 кВт тепловой энергии. В случае необходимости, возможно, доукомплектовать установку дополнительным теплоъемным оборудованием, что повысит теплоотдачу в 2 раза.

Даже при стандартной комплектации установка МПРУ-21В дает 120 кВт избыточного тепла, что достаточно для обеспечения теплом 4 сушильных камер общим объемом 90–100 кубометров. Учитывая, что процесс сушки до транспортной влажности занимает трое-четверо суток, сушильные камеры могут обеспечить выход готовой продукции до 15 м<sup>3</sup> ежесуточно. Стоимость такой услуги составляет около 1000 руб. за каждый кубометр пиломатериалов. Это позволяет получить ежесуточно до 12 тыс. руб. дополнительной прибыли, что почти утраивает общую доходность производства – до 550 тыс. руб. в месяц.

## ХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 676.1.038.2

М.А. Агеев  
(M.A. Ageev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### ВЕРОЯТНОСТЬ АДГЕЗИИ ПРИ ФЛОТАЦИОННОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ ТИПОГРАФСКОЙ КРАСКИ (PROBABILITY OF ADHESION AT FLOTATION EXTRACTION OF TYPOGRAPHICAL PAINT)

*Элементарный акт флотации может быть рассмотрен как многостадийный процесс, включающий стадии столкновения, адгезии и стабилизации. Указанные стадии имеют вероятностный характер. В работе рассмотрена стадия адгезии.*

*The elementary act of flotation can be considered as multiphase process including stages of collision, adhesion and stabilization. The specified stages have probabilistic character. The stage of adhesion is considered in this paper.*

Возможность образования флотационного агрегата частица краски – пузырек (Ч/П) скорость процесса и прочность связи, а также продолжительность существования агрегата Ч/П зависят от природы загрязнений, характера взаимодействия реагентов с их поверхностью и способности извлекаемых частиц смачиваться водой. На элементарный акт флотации оказывают существенное влияние условия столкновения частиц с пузырьками воздуха, т. е. характер и интенсивность перемешивания суспензии, направление их движения, масса, размер и форма частицы, размер пузырьков, степень аэрации, концентрация суспензии и другие факторы.

Когда расстояние ( $h$ ) между частицей краски, движущейся по линии тока, и пузырьком станет достаточно малым, помимо гидродинамических сил  $F_H$  и сил тяжести  $F_G$ , на нее начнут действовать поверхностные силы ( $F_V$  и  $F_E$ ). Необходимое и достаточное условие преодоления вязкой прослойки жидкости, разделяющей частицу и пузырек, можно выразить неравенством [1], которое должно выполняться для всех  $h$  в области  $h < R_q$  (радиус частицы

$$F(h, a) = F_V + F_E + F_H + F_G < 0, \quad (1)$$

где  $a$  – ускорение пузырька.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Условие (1) означает, что на частицу все время должна действовать сила, направленная к поверхности пузырька, так как только в этом случае можно преодолеть вязкое сопротивление прослойки. Считается, что все частицы, попавшие в трубку тока  $b_{кр}$  (рис. 1), столкнутся с пузырьком.

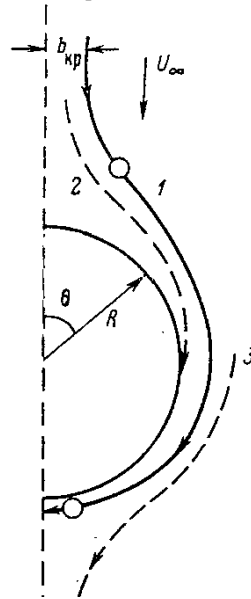


Рис. 1. Предельная траектория частиц кривая – 1, при  $b < b_{кр}$  – кривая 2 ( $b$  – диаметр трубки тока), при  $b > b_{кр}$  – кривая 3

Безынерционная частица, движущаяся по линии тока внутри трубки прицельного расстояния  $b_{кр}$  (рис. 1), скользит по поверхности пузырька. Процесс ее отложения (адгезии) на пузырьке зависит от времени ее скольжения по поверхности пузырька и времени утоньшения водной пленки между пузырьком и частицей. Для адгезии необходимо, чтобы прижимные силы были достаточными за заданное время скольжения для уменьшения вязкой пленки до некоторого критического значения.

Для расчета времени утоньшения пленки, исходя из начальной толщины жидкостной прослойки, равной 150 нм и конечной 12 нм использовали уравнение [1]

$$u_s = \frac{3UR^2}{2R_n^2} \left(1 + \frac{h}{R_ч}\right)^2, \quad (2)$$

где  $U$  – скорость пузырька;

$R_ч$  и  $R_n$  – радиусы частицы и пузырька соответственно;

$h$  – толщина пленки между частицей и пузырьком.

Время скольжения частицы по пузырьку определили, исходя из размеров пузырьков при условии ее скольжения по дуге  $\frac{\pi R_n}{180^\circ}$ , здесь  $n$  – угол, с учетом экспериментально полученных относительных скоростей

пузырек-частица [2]. Все частицы, время скольжения которых больше времени утоньшения жидкостной пленки, закрепляются на пузырьке.

Граничное значение критической толщины пленки  $h_{крит}$  рассчитали по уравнению, в которое входят легко измеряемые величины краевого угла смачивания ( $\Theta$ ) и поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) [3]:

$$h_{крит} = 23,3[\sigma(1 - \cos \Theta)]^{0,16}. \quad (3)$$

По данным специальной литературы [1] критическая толщина пленки лежит в области 10–200 нм. Она тем больше, чем гидрофобней поверхность частицы из-за адсорбции применяемых реагентов.

На основании проведенных нами исследований [4] по определению поверхностного натяжения и краевого угла смачивания, используя уравнение (3), рассчитали  $h_{крит} = 12,2$  нм.

На рис. 2 представлены результаты расчетов вероятности адгезии (закрепления) частиц.

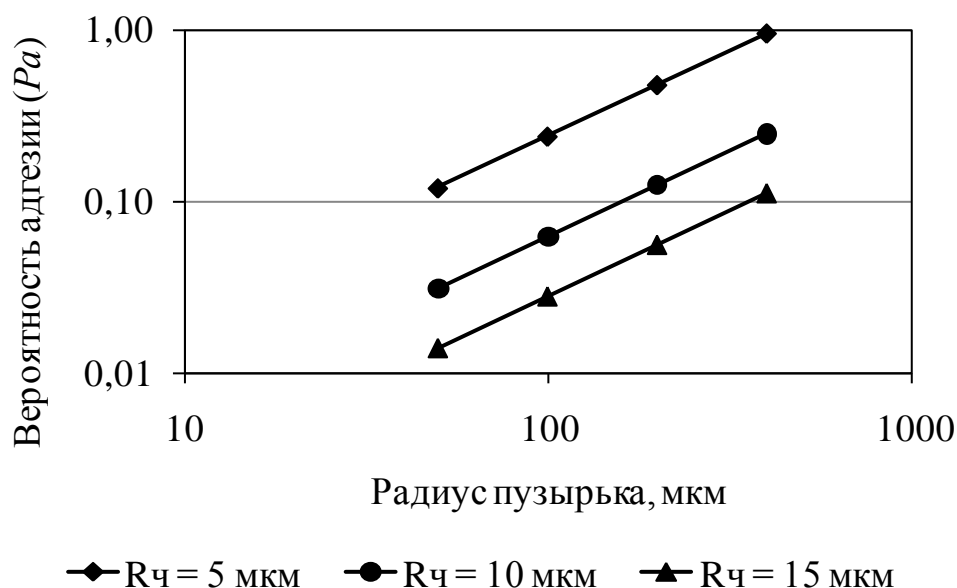


Рис. 2. Вероятность адгезии в зависимости от размера частиц ( $R_{ч}$ ) и пузырьков

Видно, что с увеличением размера частиц вероятность их адгезии к пузырьку снижается.

#### Библиографический список

1. Дерягин Б.В., Рулев Н.Н., Духин С.С. Влияние размера частиц на гетерокоагуляцию в элементарном акте флотации / Б.В. Дерягин, // Коллоидный журнал. 1977. №4. Т. XXXIX. С. 680–691.

2. Агеев М.А. Экспериментальные исследования движения пузырьков воздуха в не разрушенной волокнистой суспензии // Лесной журнал. 2007. № 2. С. 96–99.

3. Schulze H.J. Zur Hydrodynamik der Flotations – Elementarvorgänge // Wochenblatt für Papierfabrikation. 1994. № 5. S.160–168.

4. Агеев М.А. Флотационное облагораживание газетной и писчебумажной макулатуры: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 1999. 240 с.

УДК 678.06

В.М. Балакин, Д.Ш. Гарифуллин, А.А. Галлямов, С.В. Ислентьев  
(V.M. Balakin, D.Sh. Garifullin, A.A. Gallyamov, S.V. Islentev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ  
АМИНОЛИЗА ПОЛИУРЕТАНОВ МОНОЭТАНОЛАМИНОМ  
(STUDY OF STRUCTURE AND PRODUCTS OF PROPERTIES  
POLYURETHANES OF AMINOLYSIS)**

*Изучена реакция аминолита полиуретанов. Установлена структура продуктов аминолита методами ЯМР/ИК-спектроскопии. На основе азотсодержащих продуктов аминолита были получены огнезащитные составы для древесины.*

*Reaction of aminolysis of polyurethanes has been studied. Structure of aminolysis products are investigated by IR/NMR spectroscopy. Fire retardant composition for wood was produced with by using of nitrogen containing products of aminolysis.*

Полиуретаны (ПУ) представляют собой класс полимерных материалов, получаемых в результате поликонденсации двухатомных спиртов (гликолей) и диизоцианатов различного химического состава. Благодаря разнообразию форм, которые могут принимать полиуретаны – от мягких пенопластов до твердых материалов с различными свойствами, они применяются в производстве продукции для автомобильной промышленности, товаров бытового назначения, электронной промышленности, в составе изоляционных материалов [1].

Благодаря комплексу физико-химических свойств доля потребления полиуретанов постоянно увеличивается. И поэтому на сегодняшний день вопрос разработки методов и технологии утилизации полиуретановых отходов становится актуальным.

Выделяют три основных способа утилизации полиуретанов: пиролиз, механическое измельчение, химическая утилизация.

Основные химические методы утилизации отходов полиуретанов можно классифицировать по типу химической реакции, используемой для разложения полимера, т. е. это гликолиз [2], гидролиз [3] и аминализ [4].

В литературе описаны методы аминализа полиуретанов алифатическими аминами и этаноламинами. Однако механизм аминализа моноэтаноломином полностью не изучен. Так, в работе П.В. Феденюка изучался процесс аминализа микроячеистых полиуретанов этаноламинами. Авторы работы пришли к выводу, что под действием этаноламина происходит преимущественно реакция аминализа. А в работе Канайя (Kanaya). на основании изучения продуктов аминализа пенополиуретанов этаноламином методом ЯМР (ядерного магнитного резонанса) было показано, что под действием этаноламина происходит реакция алкоголиза.

В данной работе было исследовано методами инфокрасной (ИК) и ЯМР-спектроскопии строение продуктов аминализа полиуретанов моноэтаноломином. Для сравнения было изучено строение продуктов аминализа полиуретана с диэтаноломином и триэтаноломином. Исходные полиуретаны были получены на основе простых и сложных полиэфиров и ароматических ди- и полиизоцианатов.

Аминализ проводился при температуре в диапазоне 120–150 °С при массовом соотношении этаноламин - полиуретан от 1:1 до 2:1.

Азотсодержащие продукты аминализа полиуретанов с этаноламинами были использованы для получения азотфосфорсодержащих огнезащитных составов для древесины по реакции Кабачника–Филдса.

#### *Библиографический список*

1. Кузнецова Т.М. Развитие рынка полиуретана – перспективное направление повышения эффективности российской нефтехимии. Ч. 1 / Нефтехимический комплекс России // Ежемесячный бюллетень. 2008. № 5. С. 23–28.

2. Бакирова И.Н., Валуев В.И., Демченко И.Г., Зенитова Л.А. Строение и физико-химические свойства продуктов гликолиза в процессе деструкции эластичного пенополиуретана // ВМС. Сер. А. 2002. Т. 44. № 6. С 987–995.

3. Zia K.M., Bhatti H.N., Bhatti I.A. Methods for polyurethane and polyurethane composites, recycling and recovery: A review // Reactive & Functional Polymers. 2007. V. 67. № 8. P. 675–692.

4. Клячкин Ю.С., Терешатов В.В., Вальцифер В.А., Сеничев В.Ю., Иманкулова С.А. Создание низкотемпературного способа вторичной переработки сшитых полиуретанов // Журнал прикладной химии. 1997. Т. 70. Вып. 10. С. 1757–1758.

УДК 678.06

В.М. Балакин, М.А. Красильникова, А.В. Стародубцев, В. Кычанов  
(V.M. Balakin, M.A. Krasilnikova, A.V. Starodubtsev, V. Kychanov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА ПЭТФ  
АЛИФАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ**  
(STRUCTURE AND PROPERTIES OF PET AMINOLYSIS  
PRODUCTS BY ALIPHATIC AMINES)

*Рассматривается реакция аминолита ПЭТФ алифатическими аминами. Методами ИК-спектроскопии и элементного анализа установлена структура продукта аминолита ПЭТФ. Продукты аминолита были использованы для получения фосфорсодержащих огнезащитных составов для древесины.*

*We studied the PET aminolysis reaction with aliphatic amines. By IR-spectroscopy and elemental analysis it was established the structure of PET aminolysis products. The products obtained by aminolysis of phosphorus flame retardants, has been studied the effectiveness of their fire-retardant wood.*

Утилизация пластиковых отходов является общемировой проблемой из-за воздействия мусора на окружающую среду и экологию планеты. Основной удельный вес в общей массе полимерных отходов занимает полиэтилентерефталат (ПЭТФ) – примерно 25 %. Полиэтилентерефталат относится к наиболее стойким полимерам. Его деполимеризация в природе под действием естественных факторов протекает крайне медленно. К особенностям этого полимера следует отнести и то, что вторичное применение ПЭТФ крайне затруднительно из-за его высокой температуры плавления и плохой совместимости с другими полимерами и наполнителями [1].

Перспективным методом утилизации вторичного ПЭТФ является химическая деструкция. К химическим методам утилизации относятся гидролиз, гликолиз, алкоголиз и аминолит.

Целью нашей работы являлось получение огнезащитных составов на основе продуктов аминолита полиэтилентерефталата.

В качестве алифатических аминов использованы этаноламины: моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), триэтаноламин (ТЭА), этилендиамин (ЭДА), гексаметилендиамин (ГМДА), полиэтиленполиамин (ПЭПА). В качестве ПЭТФ использовались отходы производства ЗАО «Ада-Уралпласт», г. Екатеринбург. Молекулярная масса ПЭТФ, определенная вискозиметрическим методом [2], составила 82 000 единиц.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Аминолиз ПЭТФ проводили при соотношении ПЭТФ - амин 1:2 в диапазоне температур 90–160 °С в течение 2–5 часов. Продукты аминолиза полиэтилентерефталата полиэтиленполиамином (ПЭТФ-ПЭПА) представляют собой вязкую однородную жидкость светло-коричневого цвета, а продукты аминолиза полиэтилентерефталата этилендиамином (ПЭТФ-ЭДА) и гексаметилендиамином (ПЭТФ-ГМДА) выглядят как однородный вязкий расплав светло-желтого цвета затвердевающий при охлаждении, состоящий из смеси диамида терефталевой кислоты (ТФК) и непрореагировавшего амина.

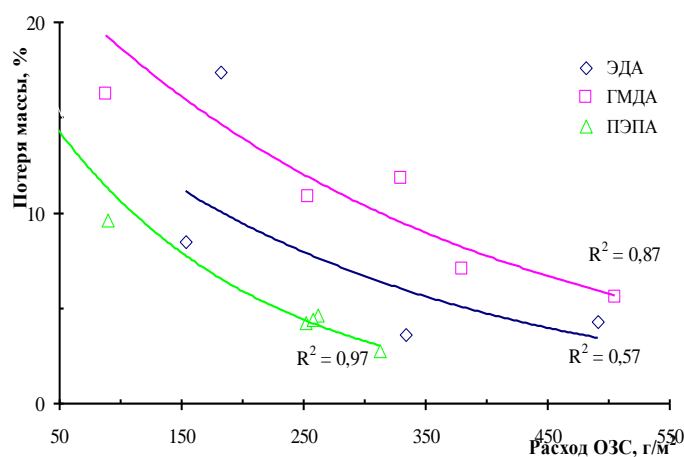
Степень деструкции ПЭТФ диаминами оценивали по изменению аминного числа (этилендиамин, гексаметилендиамин). Аминное число в случае с ГМДА изменяется от 120 до 35, а с ЭДА – от 90 до 35.

Полученный осадок был проанализирован методом элементного анализа и ИК-спектроскопии.

На основе данных ИК-спектростропии и элементного анализа осадков выделенных из продуктов аминолиза ПЭТФ этилендиамином и гексаметилендиамином, можно сделать вывод о том, что при аминолизе идет полная деструкция ПЭТФ, приводящая к образованию соответствующих диамидов ТФК.

Продукты аминолиза ПЭТФ и аминов, представляющие смесь диамидов ТФК и непрореагировавших аминов, были использованы для получения фосфорсодержащих огнезащитных составов (ОЗС).

Огнезащитная эффективность полученных ОЗС определялась на установке типа ОТМ на образцах древесины сосны размерами 150×60×30 мм. Результаты испытаний приведены на рисунке.



Зависимость потери массы образца от расхода ОЗС

Из рисунка видно, что все полученные ОЗС обладают высокой эффективностью. Для ОЗС на основе ПЭПА имеет наибольшую огнезащитную эффективность при расходе 150 г/м<sup>2</sup>, потеря массы



составляет менее 10 %. Соответственно, этот огнезащитный состав можно отнести ко 2-й группе огнезащитной эффективности.

Таким образом, изучена реакция аминолиза ПЭТФ алифатическими аминами. На основе продуктов аминолиза получены фосфорсодержащие ОЗС, обладающие высокой огнезащитной эффективностью для древесины.

#### *Библиографический список*

1. Митрофанов Р.Ю., Чистякова Ю.С., Севедин В.П. Переработка отходов полиэтилентерифталата // Твердые бытовые отходы. 2006, № 6. С. 12–13.

2. Рафиков С.Р., Павлова С.А., Твердохлебова И.И. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. М.: АН СССР, 1963. 337 с.

УДК 678

Н.С. Баулина<sup>1</sup>, О.Ф. Шишлов<sup>1</sup>, Д.П. Трошин<sup>1</sup>, В.В. Глухих<sup>2</sup>,  
(N.S. Baulina<sup>1</sup>, O.F. Shishlov<sup>1</sup>, D.P. Troshin<sup>1</sup>, V.V. Glukhikh<sup>2</sup>)  
ОАО «Уралхимпласт», Нижний Тагил<sup>1</sup>, УГЛТУ, Екатеринбург<sup>2</sup>  
(JSC «Uralchimplast», NizhnyTagil<sup>1</sup>, UGLTU, Ekaterinburg<sup>2</sup>)

### **ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЩЕЛОЧИ В ФЕНОЛКАРДАНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛАХ НА ИХ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДСтП, ПРОИЗВЕДЕННЫХ НА ИХ ОСНОВЕ (ALKALI CONTENT IN PHENOLCARDANOLFORMALDEHYDE RESINS EFFECT ON RESINS PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF PARTICLEBOARDS MANUFACTURED ON THEIR BASIS)**

*Исследуется возможность изготовления фенолкарданолформальдегидных смол с различным содержанием щелочи и влияние данного фактора на свойства ДСтП.*

*The possibility of phenolcardanolformaldehyde resins with different content of alkali manufacturing and effect of this factor on the properties of particleboard was investigated.*

Древесно-стружечные плиты (ДСтП) представляют собой группу конструкционных композиционных древесно-полимерных материалов, изготавливаемых специальным образом из подготавливаемых древесных стружек, соединяемых друг с другом с помощью полимерных термореактивных смол.

В настоящее время ДСтП используют в мебельном производстве, строительстве, машиностроении, радиоприборостроении и в производстве тары.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Для производства ДСтП в России наибольшее распространение получили карбамидные смолы, обладающие значительными прочностными свойствами и малой стоимостью, однако имеющие низкую водостойкость.

Использование фенолформальдегидных смол позволяет получать изделия со значительно большей водостойкостью. Существенными недостатками данных смол по сравнению с карбамидными клеями являются низкая скорость отверждения, высокая стоимость и выделение токсичного фенола как на стадии производства плит, так и в процессе дальнейшей эксплуатации.

Введение в состав фенольных смол карданола – природного производного фенола с  $C_{15}$  – алкильным заместителем – обеспечивает получение плит с более высокими прочностными характеристиками и показателями водостойкости. Также введение в состав фенольных смол карданола позволяет снизить содержание свободного фенола в готовых продуктах и увеличить скорость отверждения смол\*.

С целью оценки возможности снижения времени прессования плит и, соответственно, сокращения затрат при производстве ДСтП была разработана фенолкарданолформальдегидная смола с более низким содержанием массовой доли щелочи (СФЖ-3014К оп. 2). Показатели полученной смолы в сравнении со стандартной смолой представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Показатели ФКФ-смол

Наименование показателей	Норма по ГОСТ 20907-75 с изм. 1-5	СФЖ-3014К Оп. 1	СФЖ-3014К Оп. 2
Внешний вид	Однородная жидкость красновато-коричневого цвета	Соотв.	Соотв.
Вязкость по ВЗ-246, с	17–90	44	47
Массовая доля щелочи, %	6,0–7,5	6,5	3,3
Массовая доля нелетучих веществ, %	46–52	50,6	49,1
Массовая доля свободного фенола, %	не более 0,1	0,03	отс
Массовая доля свободного формальдегида, %	не более 0,1	отс	отс
Массовая доля свободного карданола, %	-	отс	отс

\* Шишлов О.Ф., Трошин Д.П., Баулина Н.С., Глухих В.В. Влияние карданола на свойства фенолкарданолформальдегидных смол для производства ДСтП // Международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы производства древесных плит»: материалы (Балабаново, 21–22 марта 2012 г.). С. 165–171.

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

Исследование процессов отверждения проводили методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Для кинетических исследований на кривых ДСК была выбрана температурная область 150–180 °С, как наиболее реальная для процессов горячего прессования при производстве древесностружечных плит. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Скорость отверждения ФКФ-смола

Степень превращения	СФЖ-3014К оп. 1		СФЖ-3014К оп. 2	
	при 150 °С	при 180 °С	при 150 °С	при 180 °С
50 %	5,85	1,19	1,76	0,46
90 %	7,76	1,92	4,44	1,04

Таким образом, скорость отверждения смолы СФЖ-3014К оп. 2 в 2–2,5 раза превышает скорость отверждения стандартной смолы.

Для определения возможности использования смолы СФЖ-3014К оп. 2 с пониженным содержанием щелочи были изготовлены образцы однослойных ДСтП из смеси хвойных и лиственных пород при следующих технологических режимах: расход связующего в количестве 14 % от массы абсолютно сухой стружки, температура прессования 150 °С, максимальное давление двухступенчатого горячего прессования и продолжительность выдержки при максимальном давлении соответственно 2,5 МПа и 2 минуты. Аналогичным образом были подготовлены образцы ДСтП на стандартной смоле СФЖ-3014К.

Результаты испытаний полученных ДСтП представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Результаты испытаний ДСтП

Наименование показателей	СФЖ-3014К оп. 1	СФЖ-3014К оп. 2
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	740	750
Разбухание по толщине за 2 часа, %	11	11
Разбухание по толщине за 24 часа, %	13	14
Водопоглощение за 24 часа, %	59	56
Предел прочности при изгибе, МПа	12	13
Прочность при разрыве перпендикулярно к пласти, МПа	0,96	0,83
Прочность при разрыве перпендикулярно к пласти после кипячения в течение 2 часов, МПа	0,21	0,12
Содержание формальдегида, мг\100г плиты	7	14

Высокий уровень эмиссии формальдегида из плиты, изготовленной на основе низкощелочной смолы, можно объяснить меньшей степенью конденсации по сравнению со стандартной смолой СФЖ-3014К. В

дальнейшем высокое содержание формальдегида возможно будет снизить за счет введения в смолу акцепторов формальдегида.

Использование фенолкарданолформальдегидных смол с пониженным содержанием щелочи позволяет получать ДСтП сопоставимые по водопоглощению и прочностным характеристикам с ДСтП на стандартной смоле СФЖ-3014К. Некоторое снижение прочностных характеристик было выявлено после кипячения плит в течение 2 часов.

УДК 676.1.022.1:668.743.54

А.В. Вураско, Е.И. Фролова  
(A.V. Vurasko, E.I. Frolova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОМОЛА НА СОРБЦИОННЫЕ  
СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕДРЕВЕСНОГО  
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**  
(EFFECT OF GRINDING DEGREE ON SORPTION PROPERTIES  
OF CELLULOSE PRODUCED FROM NON-WOODY  
VEGETATIV RAW MATERIAL)

*Исследуется возможность использования технической целлюлозы из шелухи риса и овса в качестве сорбционных материалов в виде твердофазных матриц.*

*The article deals with the possibility to use technical cellulose from rice and oats husks as sorbing agents in the form of solid-phase matrices.*

Твердофазные матрицы на основе технической целлюлозы с высокими сорбционными свойствами необходимы для получения эффективных аналитических тест-средств. Известны работы [1], в которых рассмотрено получение технической целлюлозы, обладающей необходимыми качествами: сорбционной емкостью, капиллярной впитываемостью, химической чистотой продукта, белизной и т. д. Важной характеристикой, влияющей на сорбционные и впитывающие свойства, является степень помола технической целлюлозы.

В связи с этим целью работы явилось изучение влияния степени помола технической целлюлозы из недревесного сырья, полученной окислительно-органосольвентным способом, на ее сорбционные характеристики.

Для достижения цели решались следующие задачи: выбор технической целлюлозы из недревесного растительного сырья с

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

требуемыми свойствами; размол целлюлозы; приготовление бумажных отливок с различной степенью помола; изучение зависимости сорбционных свойств от степени помола.

В качестве сырья для изготовления сорбционного материала использовали шелуху риса и овса и солому гречихи и овса известного химического состава [2].

Для определения зависимости различных свойств от степени помола техническую целлюлозу, полученную окислительно-органосольвентным способом, размалывали в лабораторном ролле и через равные отрезки времени определяли степень помола, затем изготавливали бумажные отливки массой  $100 \text{ г/м}^2$ . Максимальная степень помола для шелухи –  $30^\circ\text{ШР}$  и для соломы –  $60^\circ\text{ШР}$ .

Полученные бумажные отливки анализировали по показателям: капиллярная впитываемость, сорбционная емкость по йоду и объемный вес. На рис. 1–3 изображена зависимость различных свойств технической целлюлозы от степени ее помола.

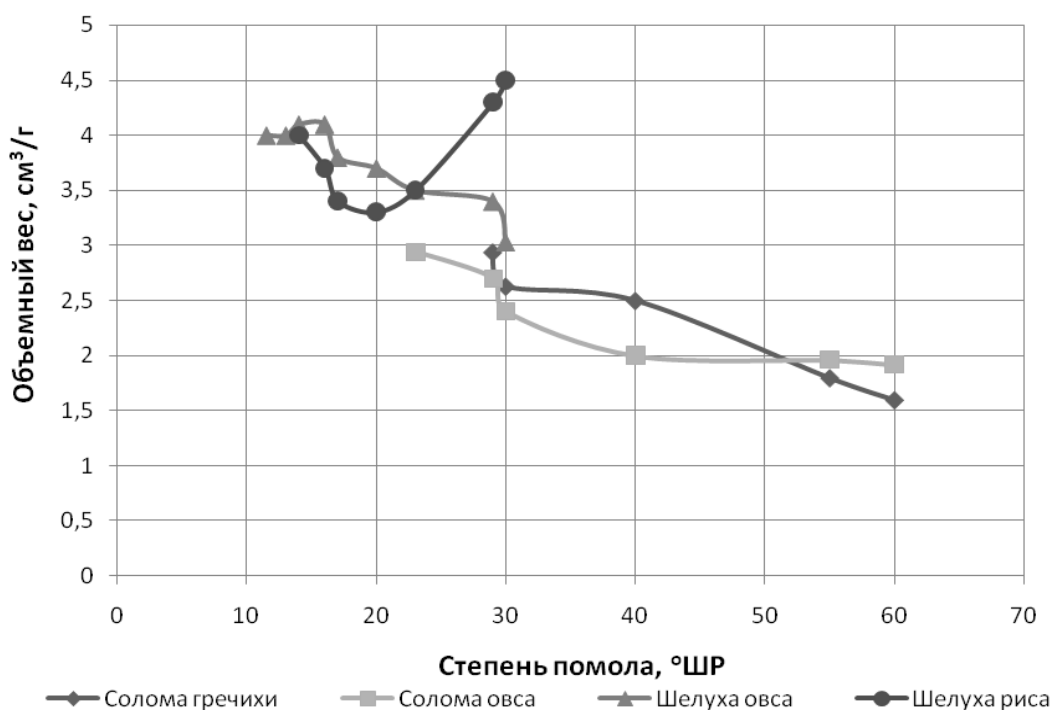


Рис. 1. Зависимость объемного веса отливок от степени помола целлюлозы

Из представленных данных (рис. 1, 2) видно, что при увеличении степени помола показатели объемного веса и капиллярной впитываемости снижаются. Снижение объемного веса обусловлено увеличением плотности бумажных отливок, за счет более плотной укладки размолотых волокон друг к другу.

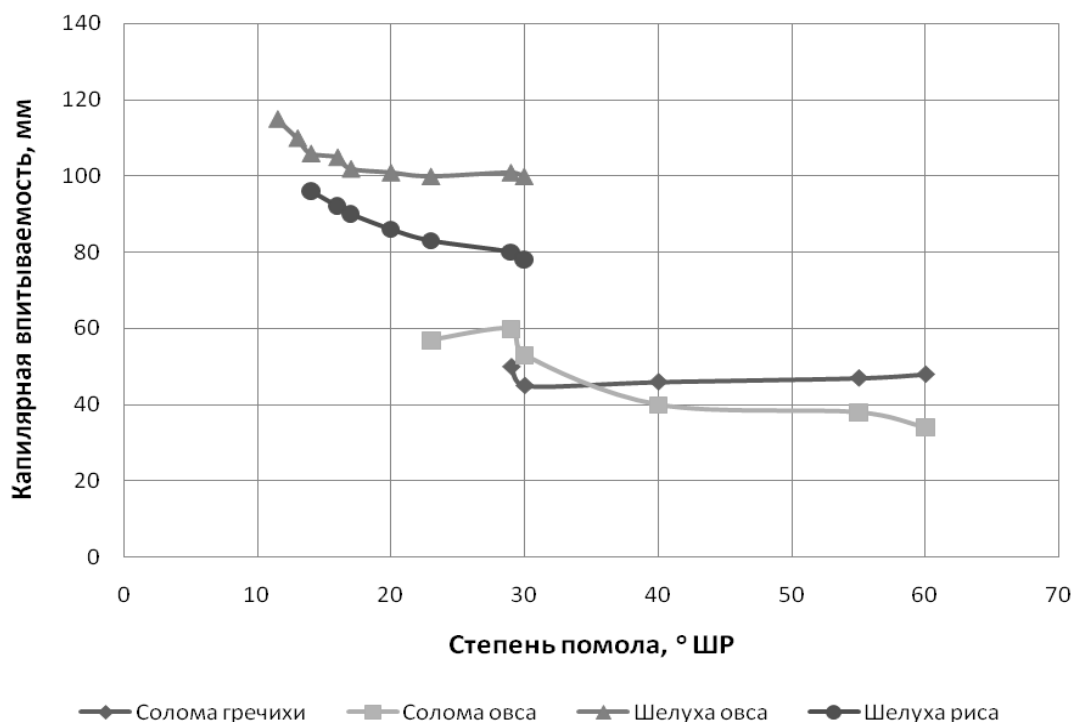


Рис. 2. Зависимость капиллярной впитываемости от степени помола целлюлозы

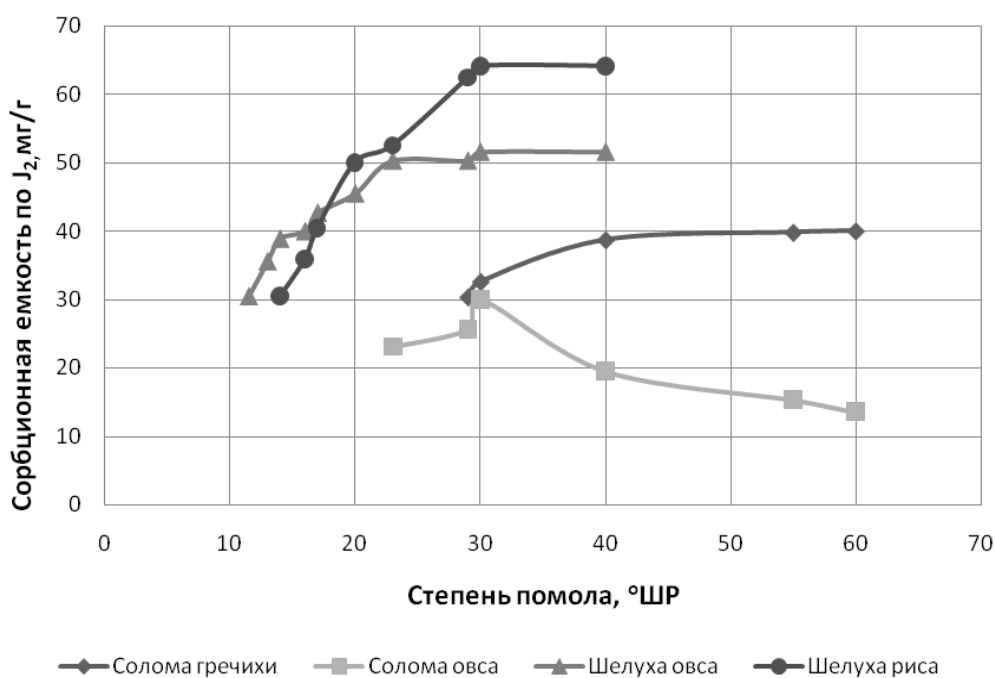


Рис. 3. Зависимость сорбционной емкости по йоду от степени помола целлюлозы

При увеличении степени помола сорбционная емкость по йоду для целлюлозы из шелухи риса увеличивается в 2 раза, а из шелухи овса – в 1,5 раза. Увеличение сорбционной емкости при размоле связано с развитием поверхности, внешним фибриллированием и гидратацией волокон.

Таким образом, учитывая все показатели – объемный вес, капиллярную впитываемость и сорбционную емкость по йоду, можно сделать вывод, что шелуху риса целесообразно размалывать до 30 °ШР, шелуху овса – до 20 °ШР, солому овса – до 30 °ШР, солому гречихи – до 35 °ШР.

*Библиографический список*

1. Вураско А.В., Дрикер Б.Н., Минакова А.Р., Мертин Э.В. Применение целлюлозы полученной окислительно-органосольвентным способом // Тезисы докладов VI Всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ». Санкт-Петербург (пос. Репино). – 2010 – 22-23 с.
2. Минакова А.Р. Получение целлюлозы окислительно-органосольвентным способом при переработке недревесного растительного сырья: дис. ...канд. техн. наук: Архангельск. 2008. 151 с.

УДК 674.81

Д.О. Грэдинару, А.В. Савиновских, А.В. Артёмов, В.Г. Буриндин  
(D.O. Gredinaru, A.V. Savinovskih, A.V. Artyomov, V.G. Buryndin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)  
В.Е. Артёмов  
(V.E. Artyomov)  
МУП «Водоканал», Екатеринбург  
(MUP «Vodokanal», Ekaterinburg)

**БИОАКТИВАЦИЯ ДРЕВЕСНОГО ПРЕСС-СЫРЬЯ АКТИВНЫМ ИЛОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО**  
(BIOACTIVATION OF WOODY MOULDING RAW MATERIALS BY ACTIVE SLUDGE TO PRODUCE WOOD PLASTIC WITHOUT BINDER ADDITION)

*Исследована возможность получения древесного пластика без добавления связующего на основе биоактивированного активным илом древесного пресс-сырья методом плоского горячего прессования в закрытых пресс-формах.*

*Researches have been carried out to prove the possibility of wood plastics production without binder addition on the base of woody moulding raw material bioactivated by active sludge using the method of hot-pressing in closed moulds.*

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Одним из способов утилизации древесных отходов (таких как опилки, стружка и др.) является производство древесного пластика без добавления связующего (ДП-БС). Один из недостатков ДП-БС – это низкие показатели пластично-вязкостных свойств древесного пресс-сырья.

Эта проблема решается путем добавления в пресс-материал химических модифицирующих добавок. Тем не менее, использование традиционных химических модификаторов приводит к удорожанию изделий из ДП-БС.

Проблема устранения низких показателей пластично-вязкостных свойств пресс-композиции ДП-БС без использования химических реагентов может быть решена с помощью предварительной биологической трансформации и частичной деструкции измельченной древесины – ее биоактивации. Из литературных источников установлена возможность биоактивации пресс-сырья, которая заключается в использовании различных микроорганизмов, таких как грибы-ксилотрофы, а также процессов гниения для биологической деструкции древесины [1, 2].

Однако использование традиционных методов биоактивации требует подготовки ферментативных жидкостей или времени для процессов гниения пресс-сырья.

В качестве биоактивного модификатора предлагается использовать активный ил в виде иловой смеси – дешевле и доступное сырье, что одновременно разрешает сразу несколько экологических вопросов:

- 1) проблему утилизации и отходов производства (избыточный активный ил, древесные отходы);
- 2) проблему удешевления получения изделий из ДП-БС с приемлемыми технологическими свойствами.

Целью данной работы явилось обоснование получения древесного пластика без добавления связующих веществ с приемлемыми технологическими и физико-механическими свойствами при использовании активного ила (в виде иловой смеси) как биоактивационной добавки методом горячего плоского прессования в закрытых пресс-формах.

Были сформулированы основные задачи:

- изучение закономерностей формирования свойств ДП-БС в закрытых пресс-формах под воздействием температуры, влажности пресс-сырья и его биоактивации активным илом (иловой смесью);
- определение рациональных значений основных технологических факторов биоактивации активным илом (иловая смесь), обеспечивающих высокие свойства ДП-БС.

Для достижения цели и решения поставленных задач была составлена матрица планирования эксперимента [3]. В качестве независимых факторов были использованы: влажность пресс-композиции, температура прессования, расход иловой смеси для активации. За выходные параметры взяты: плотность, прочность при изгибе, твердость, число упругости,



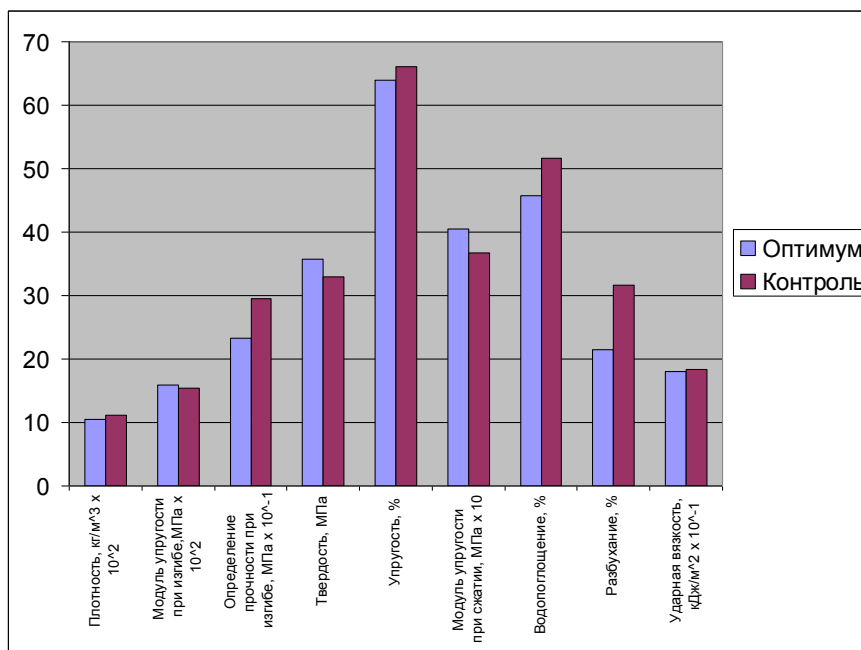
**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

модуль упругости при сжатии, водопоглощение, разбухание по толщине, модуль упругости при изгибе, ударная вязкость.

На основе выполненных экспериментов были получены уравнения регрессий для значимых параметров оптимизации с оценкой их достоверности. На основании адекватных уравнений регрессий были построены графические поверхности зависимостей.

Исходя из анализа данных поверхностей и решений систем уравнений посредством Microsoft Excel [4] был подобран рациональный режим биоактивации древесного пресс-сырья активным илом для получения ДП-БС. Также учитывались условия получения максимальных прочностных показателей и показателя водостойкости.

Для доказательства выявленных теоретических условий прессования при получении ДП-БС с рациональными физико-механическими свойствами был проведен эксперимент при этих условиях. Полученный образец биоактивированного ДП-БС при рациональных условиях был испытан на определение физико-механических свойств. Результаты испытания отображены на рисунке.



Физико-механические свойства ДП-БС, полученного при рациональных режимах биоактивации активным илом (иловой смесью)

По результатам выполненной работы показана возможность получения ДП-БС на основе биоактивированного активным илом древесного опила методом плоского горячего прессования в закрытых пресс-формах, не уступающим по физико-механическим свойствам материалам, полученным из пресс-сырья, не подверженного биоаквационной обработке.

*Библиографический список*

1. Болобова А.В. Новая технология получения экологически чистых строительных материалов на основе ферментативной биодеструкции древесных отходов // Прикл. Биохимия и Микробиология. 1999. 35. № 5. С. 590–595.
2. Тютиков С.С., Синегубова Е.С. Пластики из гниющих древесных частиц без добавления связующих // Научные труды: сб. Екатеринбург, 2000. С. 107–112.
3. Ахназаров С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М.: Высшая школа, 1985. 349 с.
4. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. СПб.: BHV – Санкт-Петербург, 1997. 384 с.

УДК 674.8

Т.А. Гуда, Н.М. Мухин, В.В. Глухих  
(Т.А. Guda, N.M. Mukhin, V.V. Glukhikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИИ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ  
КОМПОЗИЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
(RHEOLOGY OF WOOD-POLIMER COMPOSITIONS WITH  
DIFFERENT FILLERS OF VEGETATIVE ORIGIN STUDYING)**

*Рассматривается реология древесно-полимерных композиций полиэтилена низкого давления с различными наполнителями растительного происхождения: древесной мукой лиственных и хвойных пород и бумажной макулатурой.*

*Reology of low-density polyethylene wood-polymer composites with various fillers of vegetative origin: wood flour of deciduous and coniferous species and waste paper.*

Древесно-полимерные композиции (ДПК) состоят из двух основных компонентов: частиц измельченной древесины и термопластичных полимеров. При производстве изделий из ДПК методами экструзии и литья под давлением важным аспектом являются реологические закономерности поведения смесей этих компонентов (ДПС) при различных значениях его состава, температуры и давления переработки\*.

---

\* Клесов А. Древесно-полимерные композиты. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. 736 с.

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

В лабораторных условиях были изготовлены образцы исходных смесей полиэтилена низкого давления марки 273-83 (ПЭНД) с древесной мукой лиственных (ДМЛ) и хвойных пород (ДМХ) и макулатурой (ММ) в массовом соотношении ПЭВП : ДМ (ММ), равном соответственно 50:50.

Определены реологические свойства этих смесей (таблица): показатель текучести расплава (ПТР) при разных температурах (Т) и нагрузках (Р), плотность расплава ( $\rho_p$ ) скорость течения расплава ( $\gamma$ ), вязкость расплава ( $\eta$ ), энергия активации вязкого течения (Е).

Реологические свойства древесно-полимерных смесей

ДПС	Р, Н	Т, °С	ПТР <sub>м</sub> , г/10 мин	ПТР <sub>в</sub> , см <sup>3</sup> /10 мин	$\rho_p$ , кг/м <sup>3</sup>	$\gamma$ , с <sup>-1</sup>	$\eta$ , кПа*с	Е, кДж/моль
ПЭНД : ДМЛ	49,05	170	0,40	0,43	921	0,90	13,05	41,0
	49,05	185	0,58	0,62	934	1,28	9,06	
	98,1	170	1,41	1,47	962	3,05	7,60	43,5
	98,1	185	2,10	2,24	941	4,66	5,16	
ПЭНД : ДМХ	49,05	170	0,63	0,71	894	1,48	8,06	
	98,1	170	1,23	1,31	946	2,73	8,80	
ПЭНД : ММ	73,6	170	0,31	0,29	1055	0,61	28,86	77,2
	73,6	185	0,59	0,58	1021	1,19	14,53	
	122,6	170	1,08	10,03	1043	2,15	13,51	57,0
	122,6	185	1,85	1,71	1080	3,56	8,13	

Из данных таблицы следует, что при аналогичных температурных условиях вязкость древесно-полимерной композиции с наполнителем из макулатуры в два раза больше, чем с наполнителем из древесной муки лиственных пород, и в три раза превышает вязкость композиции с наполнителем из древесной муки хвойных пород. Соответственно энергия активации вязкого течения у композиции с макулатурой больше в два раза, чем у композиции с древесной мукой лиственных пород.

УДК 678

С.А. Дождиков, О.Ф. Шишлов, И.Н. Калганова,  
 (S.A. Dozdikov, O.F. Shishlov, I.N. Kalganova, V.V. Glukhikh)  
 ОАО «Уралхимпласт», Нижний Тагил,  
 (ОАО «Uralchimplast», NizhnyTagil)  
 В.В. Глухих  
 УГЛТУ, Екатеринбург  
 (UGLTU, Eraterinburg)

**ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
 КАРДАНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ НОВОЛАЧНОЙ СМОЛЫ С  
 МЕТИЛЕНДИФЕНИЛДИИЗОЦИАНАТОМ С ЦЕЛЬЮ  
 РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОГО  
 СВЯЗУЮЩЕГО ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
 (ANALYSIS OF INTERACTION BETWEEN THE CARDANOL-  
 FORMALDEHYDE NOVOLAC RESIN AND METHYLENE DIPHENYL  
 DIISOCYANATE FOR THE PURPOSE OF NEW ADVANCED  
 BINDERS FOR THE WOOD MATERIALS DEVELOPMENT)**

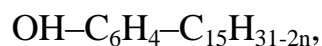
*Исследуется возможность использования карданолформальдегидной новолачной смолы в качестве гидроксилсодержащего компонента полиуретановой системы для производства древесных композиционных материалов.*

*Possibility of using cardanolformaldehyde novolac resin's ahydroxyl-containing part of polyurethane system for wood based composite production has been investigated.*

Одно из приоритетных направлений развития химической промышленности – разработка материалов на основе малотоксичных и возобновляемых источников сырья. Также в настоящее время в деревообрабатывающей промышленности все большее применение находят полиуретановые связующие.

В совокупности этих факторов перспективным направлением является полиуретановое связующее с использованием гидроксилсодержащего компонента на основе карданола.

Карданол – алкилфенол растительного происхождения, имеющий в метаположении ненасыщенный алифатический заместитель C<sub>15</sub>. Химическую формулу карданола можно представить в следующем виде:



где n – число двойных связей в алкильном заместителе\*.

---

\* Talbiersky J., Polaczek J., Ramamoorty R., Shishlov O. Phenols from Cashew Nut Shell Oil as a Feedstock for Making Resins and Chemicals // OIL GAS European Magazine. 2009. № 1. P. 33–39.

Метилендифенилдиизоцианат (МДИ) представляет собой ароматический диизоцианат, наименее опасный из общедоступных изоцианатов.

В настоящей работе исследована возможность получения полиуретанового связующего на основе карданолформальдегидной новолачной смолы и МДИ.

Для проведения испытаний был приготовлен образец карданолформальдегидной новолачной смолы (массовое соотношение карданол : формальдегид = 100:8, катализатор – щавелевая кислота).

Реакция карданолформальдегидной новолачной смолы с МДИ представлена на рис. 1.

Для оценки реакционной способности были подготовлены два образца:

1. Карданолформальдегидная новолачная смола : МДИ в массовом соотношении 100:40.

2. Карданолформальдегидная новолачная смола : МДИ в массовом соотношении 100:40. В качестве ускорителя использовался 1,8-дiazобикclo[2,2,2]октан (ДАВСО) в количестве 0,033 весовых частей.

Реакционная способность обоих образцов была проанализирована методом дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC). Испытания проводились в стальных закрытых тиглях объемом 30 мкл при скоростях нагрева 5, 10 и 20 °С/мин. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

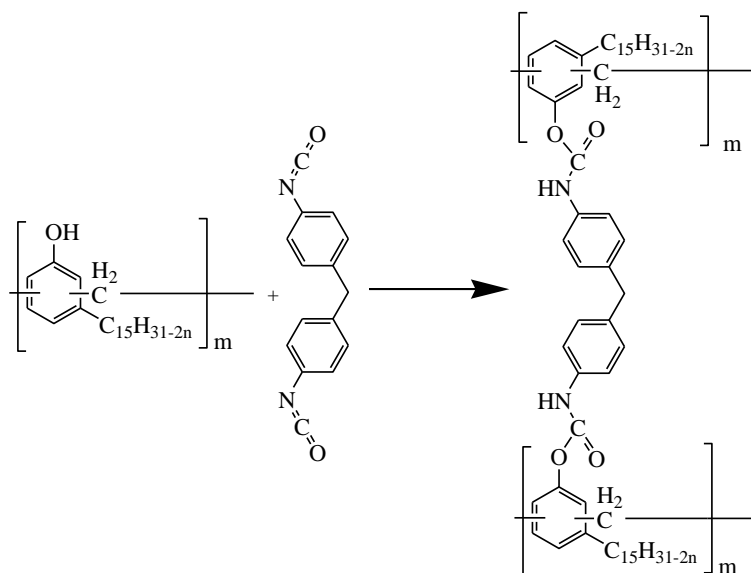


Рис. 1. Результаты испытаний

Данные, представленные на рис. 2, подтверждают возможность получения связующего на основе карданолформальдегидной новолачной смолы и МДИ, кроме того, данное связующее обладает высокой реакционной способностью при относительно низких температурах.

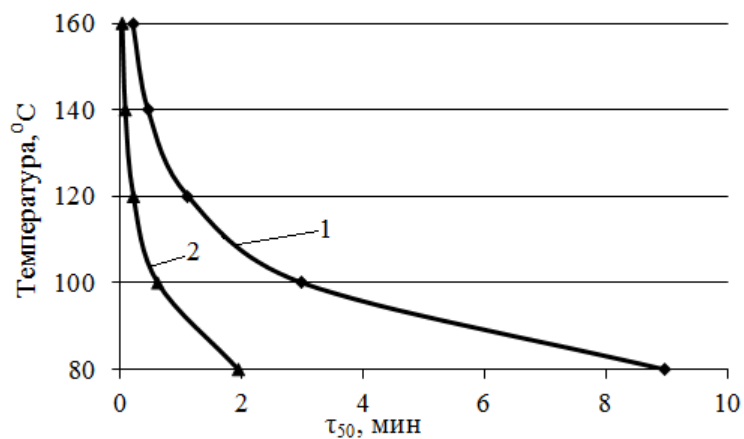


Рис. 2. График зависимости  $\tau_{50}$  (время, за которое превращение проходит на 50 %) от температуры для систем:  
 1 – карданолформальдегидная новолачная смола + МДИ  
 2 – карданолформальдегидная новолачная смола + МДИ + DABCO

УДК 543.068.8

Т.И. Маслакова, И.Г. Первова  
 (Т.И. Maslakova, I.G. Pervova)  
 УГЛТУ, Екатеринбург  
 (USFEU, Ekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ШКАЛ  
 ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ТЕСТ-ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ  
 ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ТВЕРДОФАЗНЫХ МАТРИЦАХ  
 (FEATURES OF COLOR SCHEME CREATION FOR  
 VISUAL EXPRESS DETERMINING OF TOXIC METALS  
 ONTO SOLID-PHASE SUPPORTERS)**

*Представлены исследования особенностей построения цветowych шкал твердофазных индикаторных средств, влияющих на метрологические характеристики методики и результат визуального тест-определения токсикантов в воде.*

*The article deals with the features studies of color scheme creation of solid-phase indicating tools that affect the method metrological characteristics and visual test determination results of toxicants in water.*

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Визуальные тест-методы анализа относятся к простым, относительно дешевым, не требующим привлечения труда высококвалифицированного персонала методам обнаружения и определения содержания токсичных металлов для контроля качества различных объектов окружающей среды. О присутствии определяемого компонента обычно судят по изменению окраски тест-средства после взаимодействия его с анализируемым раствором.

Для количественной оценки содержания токсичного элемента используют имитационную цветовую шкалу сравнения, которую готовят либо непосредственно перед тестированием, либо используют компьютерное изображение шкалы, предварительно сканируя окрашенные тест-образцы, либо применяют цветовую шкалу, созданную методом компьютерной имитации или типографским способом.

Хотя метрологические характеристики методики и результат визуального тест-определения связаны с используемой цветовой шкалой, до сих пор не существует единого подхода к построению цветовой шкалы и не ясно, какой критерий соответствует граничному восприятию человеком цвета сорбата (твердофазной матрицы или подложки).

В данной работе проанализированы два подхода к построению цветowych шкал: применение инструментального метода цветометрии (ТСО), позволяющего оценить равноконтрастность шкалы, и визуального метода (ТО), позволяющего формировать цветовую шкалу на основе восприятия различия цвета соседних образцов большим числом независимых наблюдателей.

Для исследования были выбраны ранее изученные тест-системы для определения содержания ионов Cd(II), Cu(II) и Ni(II) в водных объектах на основе сорбентов разной природы: силикагель типа ДИАСОРБ-100-ТА, волокно ПОЛИОРГС-34н и тканевая льняная матрица.

В табл. 1 приведены характеристики тест-систем. Предел определения ионов металлов с использованием цветовой шкалы ( $C_{\min}$ ) вычислили как утроенное стандартное отклонение. По цветовой шкале оценили концентрацию аналита в растворе 10-15 наблюдателей. Эксперимент повторили трижды.

Проверку работоспособности шкал, построенных на основе визуального метода, проводили по результатам опроса 20 независимых наблюдателей, вычисляя частоту обнаружения различия окраски:  $P(c) = n / N$ , где  $n$  – число положительных ответов,  $N$  – общее число наблюдений.

Анализ вычисленных значения  $P(c)$  и  $\Delta E$  (общее цветовое различие или разнооттеночность) показал, что шкалу, обеспечивающую более высокую точность визуального тестирования, можно получить для системы БИФ/лен, так как не менее 90 % наблюдателей видели различие в окраске соседних образцов шкалы. В случае определения ионов меди в виде ярко-синих, сорбированных на тонкослойной тканевой матрице, следует выбрать шкалу с коэффициентом ( $q = C_{n+1}/C_n$ ) 2 или 3 в диапазоне концентраций  $C(\text{Cu}^{2+}) = (0.03 - 0.5)$  мг/л. В этом диапазоне на шкале с  $q = 2$

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

шаг цветоразличения  $\Delta E = 5 - 6$ , а на шкале с  $q = 3$  —  $\Delta E = 7 - 8$ . При концентрациях, которые были выше указанных наблюдали резкое увеличение интенсивности окраски подложек, и требование равноконтрастности шкалы не выполнялось. Переход с белого в ярко-синий цвет глаз различал лучше, чем переходы красного в сине-фиолетовый и синий в случае систем, использующих иммобилизованные твердофазные реагенты с шагом цветоразличения  $\Delta E = 5 - 10$ .

Таблица 1

## Характеристики тест-систем

Определяемый ион	Реагент */ матрица	Способ детектирования	Переход окраски	Диапазон определяемых содержаний, мг/л	$C_{\min}$ , мг/л
Cd(II)	2-ОН-БОФ/ ПОЛИОРГС-34н	ТСО	Белый – фиолетовый	0.10–1.00	0.01
		ТО	Белый – фиолетовый	0.1–1.0	0.05
	2-ОН-БТФ/ силикагель ДИАСОРБ-100- ТА	ТСО	Красный – сине-фиолетовый	0.3–1.0	0.005
		ТО	Красный – сине-фиолетовый	0.3–1.0	0.15
Cu(II)	БИФ/лен	ТСО	Белый – синий	0.03–0.80	0.009
		ТО	Белый – синий	0.03–0.80	0.015
Ni(II)	БОФ/силикагель ДИАСОРБ- 100-ТА	ТСО	Красный – синий	3–100	0.05
		ТО	Красный – синий	30–100	10

\* **БОФ** – 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензоксазол-2-ил)формазан; **2-ОН-БТФ** – 1-(2-гидрокси-5-сульфофенил)-3-метил-5-(бензотиазол-2-ил)формазан; **2-ОН-БОФ** – 1-(2-гидрокси-5-нитрофенил)-3-изопропил-5-(бензоксазол-2-ил)формазан; **БИФ** – 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензилбензимидазол-2-ил)формазан

Следует отметить, что значение шага цветоразличения зависит от характера гетероцикла иммобилизованных на силикагель формазанов. Так, при использовании системы 2-ОН-БТФ/силикагель ДИАСОРБ-100-ТА для определения кадмия(II) в диапазоне концентраций 0.3 – 1.0 мг/л для высокого визуального тестирования следует выбрать шкалу с  $\Delta E = 5$ , а при применении системы БОФ/силикагель ДИАСОРБ-100-ТА для никеля(II) – достаточно и  $\Delta E = 10$ .

Однако при проведении статистической коррекции градуировочной шкалы на основе тест-средств определения меди благодаря 10–15 «наивным» наблюдателям, было установлено, что на шкале, построенной в геометрической прогрессии с  $q = 2$ , центр распределения результатов визуального определения концентрации меди(II) был смещен относительно центра интервалов шкалы. В табл. 2 представлены результаты тест-определения методом «проявки» меди(II) с использованием льняной матрицы.



Таблица 2

Результаты тест-определения  $\text{Cu}^{2+}$  с использованием льняной матрицы методом «проявки» (шкала 0; 0.2; 0.4; 0.8 мг/л;  $C_{(\text{Cu}^{2+})\text{введ}} = 0.5$  мг/л)

Наблю- датель	$C_{(\text{Cu}^{2+})\text{найденно}}$ , мг/л					$C_{\text{ср.}}$ , мг/л	$S^2$
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0
2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.46	0.09
3	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.48	0.04
4	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.46	0.09
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0

Очевидно, что традиционный подход к обработке результатов анализа, полученных с помощью цветовых шкал, следует применять с осторожностью и для представления результатов визуального тест-определения нужно использовать статистику интервальных данных, в которой элементами выборки являются интервалы концентраций определяемого компонента.

УДК 547.917 + 544.723.212

Д.В. Нестеров, Л.С. Молочников  
(D.V. Nesterov, L.S. Molochnikov)

УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

А.В. Пестов  
(A.V. Pestov)

ИОС им. Постовского Екатеринбург  
(IOS im. Postovskogo, Ekaterinburg)

**СИНТЕЗ СЕЛЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ БОРНОЙ КИСЛОТЫ,  
СОДЕРЖАЩИХ N–2,3-ДИГИДРОКСИПРОПИЛЬНУЮ  
ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ГРУППУ  
(SYNTHESIS OF SELECTIVE BORIC ACID SORBENTS  
CONTAINING N–2,3-DIGIDROKSIPROPIL FUNCTIONAL GROUP)**

*Рассматривается синтез новых сорбентов борной кислоты на основе N-(2,3-дигидроксипропильных) производных аминополстирола и полиаллиламина.*

*The article deals with the synthesis of boric acid new sorbents based on N-(2,3-dihydroxypropyl) aminopolystyren and polyallylamine derivatives.*

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Как известно, органические первичные и вторичные амины обладают высокой реакционной способностью в отношении электрофильного раскрытия эпоксидного кольца глицидола с образованием главным образом 2,3-, а также 1,3-диольных производных [1], являющихся комплексообразующими лигандами по хелатному механизму с борной кислотой [2]. В данной работе это свойство аминов использовано для синтеза новых сорбентов борной кислоты путем прямого воздействия глицидола на аминопроизводные карбоцепных полимеров. Полученные высокомолекулярные соединения исследованы в отношении сорбции борной кислоты из растворов с варьируемым значением рН.

В качестве объектов исследования были использованы два карбоцепных полимера, содержащие первичную аминогруппу: аминополистирол и полиаллиламин.

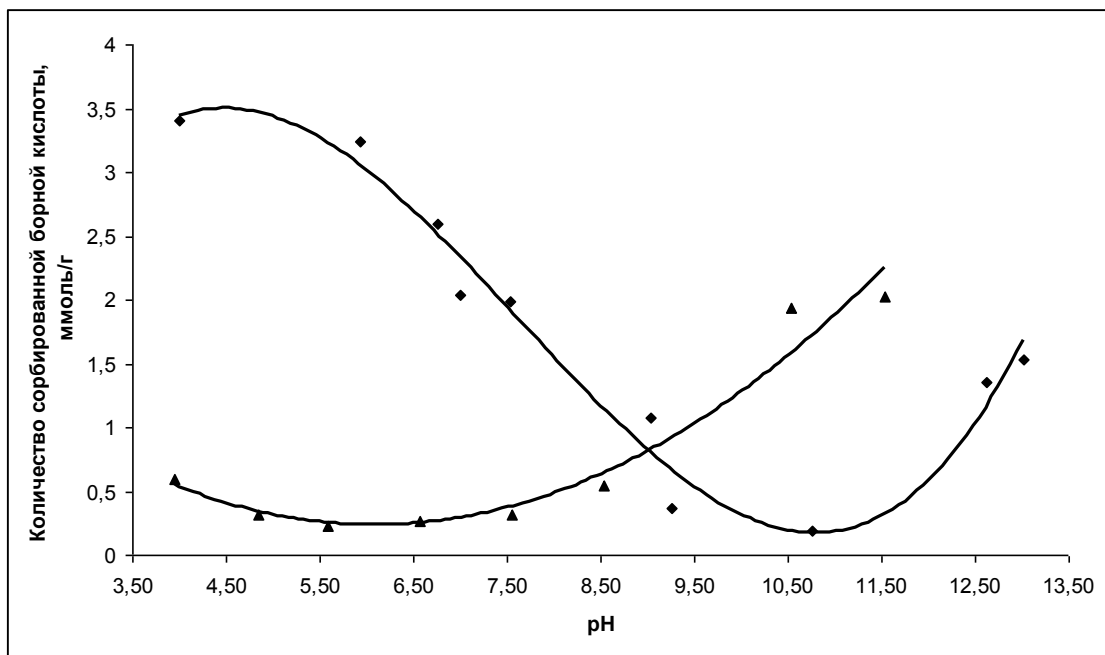
Выбраны два пути модификации 1,2-эпоксипропанолом указанных полимеров в следующих реакционных средах: гомогенной (вода + полиаллиламин (основание) + глицидол и термостатирование при 60 °С 48 часов) и гетерогенной (вода + аминополистирол (основание) + глицидол и воздействие ультразвука 40 минут при рабочей частоте 20 кГц) – при разных мольных соотношениях реагентов.

В синтезированных образцах полимеров определялся элементный состав, на основании которого вычислялась их степень функционализации, проводилась ИК-спектроскопия полученных соединений.

Рассчитанная максимальная степень замещения (СЗ) по данным элементного анализа составила в случае с аминополистиролом 2,62 и 3,45 – с полиаллиламином, при максимальных мольных соотношениях реагентов 1:6. По данным ИК-спектроскопии в полученных полимерах идентифицировано присутствие активных диольных групп.

Установлено, что увеличение мольного соотношения глицидол : полимер до 4:1 приводит к закономерному росту степени замещения 2,3-диоксипропильными группами и увеличению сорбируемости борной кислоты из водных растворов. Дальнейшее же увеличение этого соотношения уже существенно не влияет на глубину гидроксиалкилирования.

Сорбционные свойства синтезированных сорбентов по отношению к бору представлены на рисунке. Установлено, что в слабокислых средах высокой активностью по отношению к бору обладает дигидроксипропильное производное полиаллиламина, а в слабощелочных – полиаминостирола. Сорбционные кривые носят ярко выраженный чашеобразный характер, причем минимум сорбируемости бора наблюдается при существенно разнящихся значениях рН в зависимости от природы модифицированного глицидолом полимера.



Зависимость емкости по бору (в пересчете на борную кислоту) полиN-(2,3-дигидроксипропил)аллиламина  $C3 = 2,96$  (■) и полиN-(2,3-дигидроксипропил)аминостирола  $C3 = 2,30$  (▲) от pH раствора при исходной концентрации борной кислоты 0,796 моль/л

Сорбционная активность данных полимеров по отношению к борной кислоте зависит от концентрации борсодержащих растворов, pH среды, что вполне согласуется с данными литературы [3].

#### *Библиографический список*

1. Witek E., Kochanowski A., Bortel E. [et all]. On the reaction of glycidol with a secondary amine // *Macromol. Rapid Commun.* 2000. V. 21. P. 1108–1112.
2. Шварц Е.М. Взаимодействие борной кислоты со спиртами и оксикислотами. Рига: Знание, 1990. 410 с.
3. Фрай В., Устыновичова А. К поведению борат-иона в растворе // *Ж. физ. химии.* 1963. Т. 37. № 5. С. 1153–1156.

УДК 630.30

Д.П. Ординарцев, А.В. Свиридов, В.В. Свиридов, А.М. Якупова  
(D.P. Ordinarartsev, A.V. Sviridov, V.V. Sviridov, A.M. Jacupova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ ИОНОВ  
ВАНАДИЯ И МАРГАНЦА С ПОМОЩЬЮ  
МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЯ И АЛЮМОСИЛИКАТНОГО  
СОРБЕНТА**  
(WASTE WATER CLEANING FROM THE RESIDUAL CONTENT  
OF VANADIUM AND MANGANESE)

*Описана очистка сточной воды от остаточного содержания ванадия и марганца. Предоставлена технология извлечения пентоксида ванадия с помощью модифицированного угля.*

*Waste water cleaning from the residual content of vanadium and manganese and technology of vanadium oxide extraction using modified coal is presented in this paper.*

Ванадий является токсичным загрязнителем сточных вод. Особенно остра эта проблема стоит перед металлургическими предприятиями Уральского региона, такими как НТМК, Качканарский ГОК, Чусовской ЧМЗ. Предельно допустимая концентрация ванадия, относящегося к 3-му классу опасности, в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования по ГН 2.1.5.689-98 составляет 0,1 мг/л. Поэтому если отходы металлургических производств содержат большую концентрацию ванадия, предприятие обязано произвести дополнительную очистку и снизить концентрацию ванадия до значения ПДК.

В данной работе предложена технология очистки сточной воды от ванадия и марганца с последующим извлечением товарного продукта, пентоксида ванадия. Технология очистки воды отработана на сточной воде Чусовского металлургического комбината.

Для ванадия в растворе наиболее устойчива степень окисления +5, но основная особенность заключается в том, что в зависимости от pH среды ванадий может находиться в катионной или анионной форме. Еще одной важной особенностью ванадия является то, что он образует полиоксосоединения в диапазоне pH от 3 до 5. Именно это свойство и использовано для количественного извлечения ванадия из раствора. Нами было установлено, что из кислого раствора разветвленные ванадийсодержащие анионы сорбируются на угле, модифицированном катионоактивными азотсодержащими ПАВ (поверхностно-активные вещества), при этом не обнаружено конкурирующих процессов сорбции.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

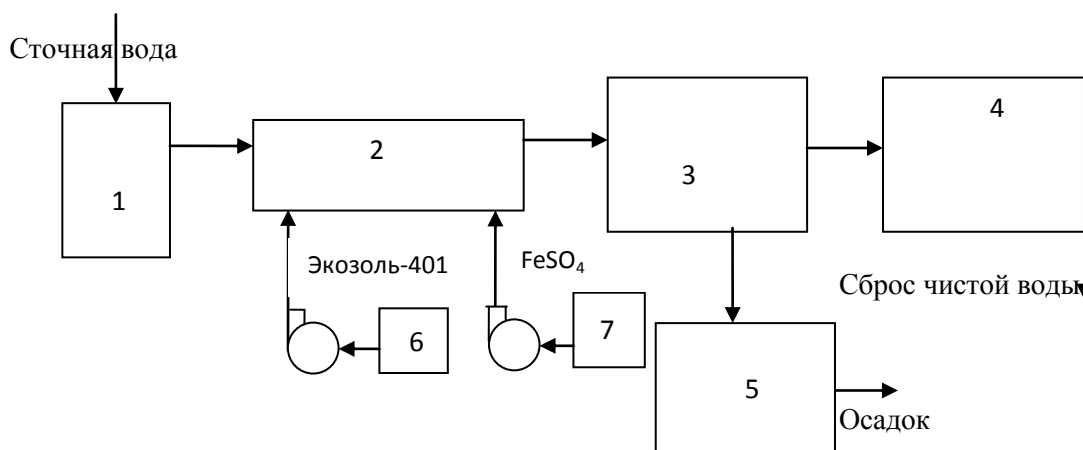
Это позволяет обеспечить селективность извлечения ванадия из раствора и получение чистого целевого продукта.

На первой стадии процесса очистки воды от ванадия сточной воды, содержащей 150–200 мг/л поливанадатов, проводилась корректировка рН для достижения значения  $\text{pH} \leq 4$ . В дальнейшем в обрабатываемый раствор вводился сорбент – порошкообразный уголь, модифицированный катионоактивными азотсодержащими поверхностно-активными веществами (ПАВ).

После проведения процесса сорбции насыщенный поливанадатами сорбент отделяют от жидкой фазы, сушат и обжигают при температуре 600-640 °С с получением чистого пентаоксида ванадия в виде товарного продукта. Проведение обжига насыщенного модифицированного угольного сорбента при температуре 600-640 °С позволяет провести реакцию его термического разложения, которая протекает при температуре выше 550 °С, при этом угольный сорбент выгорает, а из метаванадата натрия образуется пентаоксид ванадия. Получаемый пентаоксид ванадия находится в твердом состоянии, так как температура плавления пентаоксида ванадия составляет 680°С.

Второй стадией процесса очистки сточной воды от ванадия и марганца является озонирование сточной воды. За счет введения сильного окислителя (озона) происходит окисление ионов марганца и его осаждение из воды в виде диоксида марганца. На этой стадии происходит также и частичная очистка от ионов ванадия, осаждающихся совместно с диоксидом марганца.

Финальная доочистка воды до нормативов ПДК проводится с помощью модифицированного алюмосиликатного сорбента «Экозоль-401» и железного купороса (рисунок).



Принципиальная технологическая схема физико-химического блока обработки сточных вод ферросплавного цеха ОАО «ЧМЗ»:

1 – усреднитель, 2 – ершовый смеситель, 3 – бак-нейтрализатор, 4 – песчаный фильтр,  
5 – шламууплотнитель, 6 – узел приготовления реагента «Экозоль-401»,

7 – узел приготовления железного купороса

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Сточные воды после стадии озонирования поступают в усреднитель 1, там происходит смешивание сточных вод различной концентрации. В соответствии с технологической схемой после усреднителя сточные воды подвергаются реагентной обработке в ершовом смесителе 2. Первой стадией реагентной обработки является ввод реагента “Экозоль-401” с помощью насоса-дозатора из узла приготовления реагента 6. Емкость узла приготовления реагента оснащена мешалкой, для перемешивания реагента. Основное назначение реагента “Экозоль-401” на этой стадии обработки заключено в его способности адсорбировать ионы тяжелых цветных металлов, в том числе ванадия и марганца [1, 2]. В ершовый смеситель также вводится железный купорос для образования малорастворимых ванадатов железа в кислой среде.

Обработанная сорбентом и коагулянтом вода поступает в бак-нейтрализатор 3, в который также подается известковое молоко для нейтрализации стока и создания необходимого значения рН в диапазоне 8,5 – 9,0 и флокулянт Praestol 853 для улучшения процесса хлопьеобразования.

После отстаивания хлопьев, образующихся в результате процесса очистки, вода с концентрацией взвешенных веществ около 10 мг/дм<sup>3</sup> самотеком поступает на скорый песчаный фильтр 4. Не осевшие в отстойнике хлопья отфильтровываются и задерживаются на песчаной загрузке, а очищенная вода идет на сброс или повторное использование. Концентрация ванадия и марганца в очищенной воде соответствует нормативам сброса в водоемы рыбохозяйственной категории.

Испытание данной технологии проведено на Чусовском металлургическом заводе. Результатом работы стало селективное извлечение остаточных количеств ванадия и снижение его концентрации в сточных водах до 0,10 мг/л. Дополнительно к этому удалось снизить остаточную концентрацию марганца до 0,08 мг/л. Разработанная технология очистки сточных вод от ванадия и марганца принята к внедрению Чусовским металлургическим заводом. Технология обеспечивает выполнение существующих нормативных экологических требований к качеству воды на сброс по концентрациям ванадия и марганца, сводит к минимуму негативное воздействие сточных вод на окружающую среду и позволяет получить дополнительное количество товарного продукта – пентаоксида ванадия.

Состав исходной пробы и чистота конечного продукта определены методом эмиссионного спектрального анализа с индуктивно-связанной на приборах Optima 4300DV, iCAP6300Duo.

*Библиографический список*

1. Свиридов А.В., Никифоров А.Ф., Ганебных Е.В., Елизаров В.А. Очистка сточных вод от меди природным и модифицированным монтмориллонитом // Водное хозяйство России. 2011. № 1. С. 58–65
2. Свиридов А.В. Ганебных Е.В., Елизаров В.А. Алюмосиликатные сорбенты в технологиях очистки воды // Экология и промышленность России. 2009. № 3. С. 28–30.

УДК 547-386+546.732

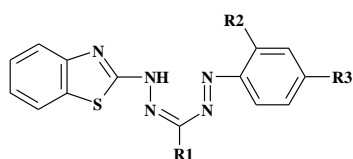
И.С. Павлова, И.Г. Первова  
(I.S. Pavlova, I.G. Pervova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)  
Г.П. Белов  
(G.P. Belov)  
ИПХФ РАН, Черноголовка  
(IPCF RAS, Chernogolovka)  
И.И. Хасбиуллин  
(I.I. Khasbiullin)  
КНИТУ, Казань  
(KNRNU, Kazan)

**КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛХЕЛАТОВ  
КОБАЛЬТА (II) В РЕАКЦИИ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА  
(CATALYTIC PROPERTIES OF COBALT (II) METAL CHELATES  
IN ETHYLENE OLIGOMERIZATION REACTION)**

*Исследованы новые синтезированные формаанаты кобальта(II), перспективные для использования в качестве эффективных металлокомплексных каталитических систем в реакции олигомеризации олефинов.*

*New synthesized cobalt(II) formazanates promising for using as efficient metal complex catalytic systems in the olefins oligomerization reaction has been investigated in this paper.*

Металлокомплексные соединения кобальта(II) находят широкое применение в различных каталитических реакциях, в том числе и в реакции промышленного значения – олигомеризации олефинов. Поскольку каталитическая активность и устойчивость металлохелатных соединений в первую очередь определяется ближайшим лигандным окружением иона металла и структурой координационной сферы, в данной работе методом прямого синтеза были выделены комплексные соединения кобальта(II) 1.1Co-1.5Co на основе формазановых лигандов, отличающихся природой и размером включенных в структуру заместителей, и изучены их каталитические характеристики в реакции олигомеризации этилена.



**1.1Co:** R1-C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>, R2-H, R3-H

**1.2Co:** R1- C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>, R2-H, R3- OCH<sub>3</sub>

**1.3Co:** R1- C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>, R2-H, R3-H

**1.4Co:** R1- CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, R2- H, R3- CH<sub>3</sub>

**1.5Co:** R1- C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, R2- H, R3- C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Данными элементного анализа, ЯМР-спектроскопии (ядерной магнитно-резонансной), магнетохимии для соединений 1.1Co-1.5Co установлена реализация искаженной октаэдрической структуры металлхелатного узла, подтвержденная для комплекса 1.5Co рентгеноструктурным методом [1, 2].

Широкая вариабельность заместителей в молекулах исходного лиганда делает эти соединения удобными моделями для изучения влияния тонкого лигандного строения на каталитическую активность металлокомплексов в реакции олигомеризации этилена.

Впервые тестирование каталитической активности синтезированных металлхелатов кобальта(II) 1.1Co-1.5Co в реакции олигомеризации этилена было проведено при следующих условиях:  $V_{\text{толуола}} = 60$  мл,  $T = 80$  °C,  $P_{\text{этилена}} = 2$  МПа,  $C_{\text{Co}} = 4 \cdot 10^{-5}$  моль/л, растворитель – толуол, в качестве сокатализаторов испытаны – метилалюмоксан (MAO), этилалюминийдихлорид ( $\text{AlC}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$ ) и диэтилалюминийхлорид ( $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}$ ).

Кинетические кривые (рисунок) расхода этилена в присутствии каталитических систем на основе формазанатов кобальта(II) показывают, что среди синтезированных металлокомплексов Co(II) высокую каталитическую активность показали соединения 1.2Co, 1.3Co, 1.4Co, содержащие стереообъемные заместители в мезо-положении формазанового фрагмента.

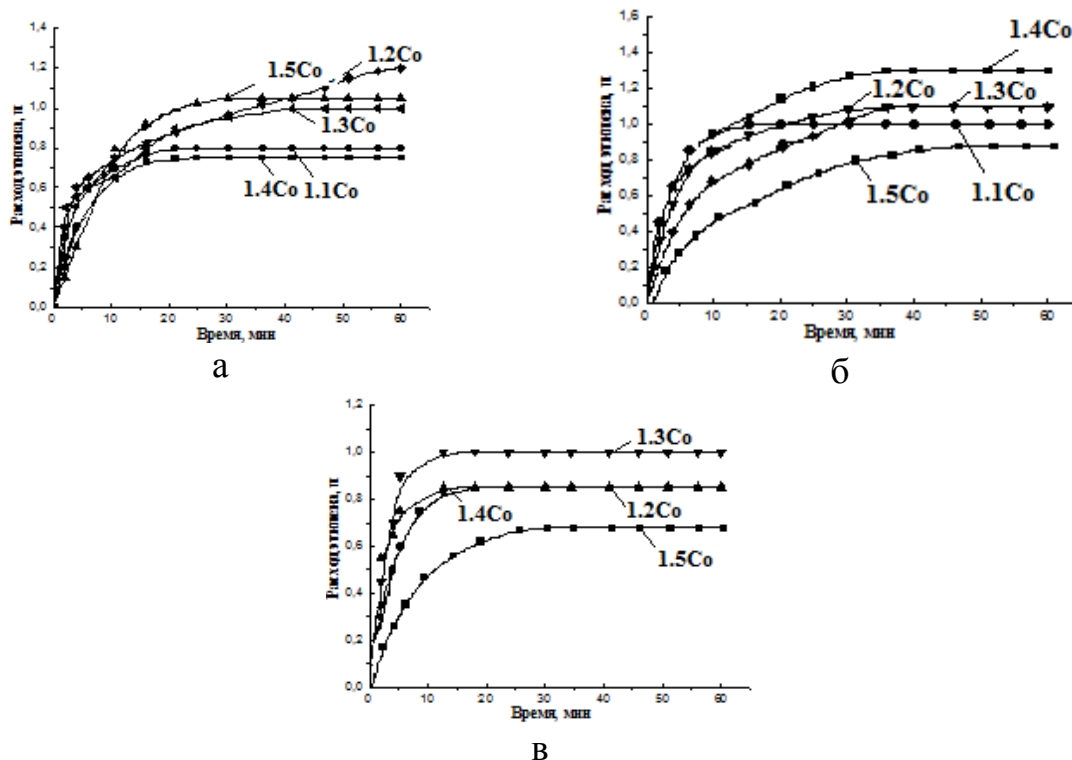
Нельзя не отметить, что активность комплексных соединений кобальта(II), а также состав конечных продуктов реакции зависит от вида применяемых алюминийорганических соединений. Из рисунка видно, что активность системы постепенно возрастает в начальный период времени, который длится от 0 до 15–40 мин (в зависимости от типа сокатализатора), достигает максимума, после чего скорость реакции замедляется.

Наибольшее время действия кобальтовых катализаторов зафиксировано для реакции с использованием  $\text{AlC}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$ . Однако наибольшей селективностью по составу конечных (целевых) продуктов реакции обладают каталитические системы на основе диэтилалюминийхлорида. Содержание в них  $\alpha$ -олефинов (бутена-1 и гексена-1) составляет 70–80 мас. %, в то время как в присутствии этилалюминийдихлорида в основном синтезируются алкилпроизводные толуола.

Таким образом, в данной работе показана возможность с помощью молекулярного дизайна металлхелатов кобальта и направленного подбора сокатализатора контролировать селективность реакции олигомеризации этилена. Основной выявленной проблемой данных исследований стала проблема снижения активности синтезированных комплексных соединений с течением времени, что может быть связано с разрушением



или перестройкой координационной сферы металлокомплексов до полной дезактивации каталитического процесса при данных условиях проведения реакции. Поэтому именно на подбор наиболее оптимальных условий, позволяющих увеличить как расход этилена, так и время действия катализатора, должны быть направлены дальнейшие исследования в данном направлении.



Кинетические кривые расходования этилена в реакции олигомеризации в присутствии формазанатов кобальта(II) ( $V_{\text{толуола}} = 60$  мл,  $T = 80$  °С, сокатализатор MAO,  $p_{\text{этилена}} = 2$  МПа,  $C_{\text{Co}} = 4 \cdot 10^{-5}$  моль/л:  
 а – сокатализатор MAO (MAO : Co = 500:1 (мол));  
 б – сокатализатор  $\text{AlC}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$  ( $\text{AlC}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$  : Co = 100:1 (мол));  
 в – сокатализатор  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}$  ( $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}$  : Co = 20:1 (мол))

### Библиографический список

1. Шмелев Л.В., Первова И.Г., Липунова Г.Н. [и др.]. Строение 1-арил-3-фенил(алкил)-5-(2-бензтиазолил)формазанатов кобальта(II) // Коорд. химия. 1993. Т. 19, № 12. С. 904–910.
2. Nyholm R.S. Magnetochemistry // J. Inorg. Nuclear Chem. 1958. № 8. P. 401–422.

УДК 678

Д.П. Трошин<sup>1</sup>, О.Ф. Шишлов<sup>1</sup>, Н.С. Баулина<sup>1</sup>, В.В. Глухих<sup>2</sup>  
 (D.P.Troshin, O.F.Shishlov, N.S.Baulina, V.V.Glukhikh)  
 ОАО «Уралхимпласт», Нижний Тагил<sup>1</sup>, УГЛТУ, Екатеринбург<sup>2</sup>  
 (OAO «Uralchimplast», NizhnyTagil, UGLTU, Ekaterinburg)

**СИНТЕЗ ФЕНОЛКАРДАНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ  
 ЛАКОВЫХ СМОЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА  
 ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
 (SYNTHESIS OF PHENOL-CARDANOL-FORMALDEHYDE  
 LACQUER RESINS FOR WOOD BASED COMPOSITE MATERIALS  
 PRODUCTION)**

*Исследована возможность использования карданола в качестве замены части фенола при синтезе фенолформальдегидных лаковых смол для производства древесных композиционных материалов.*

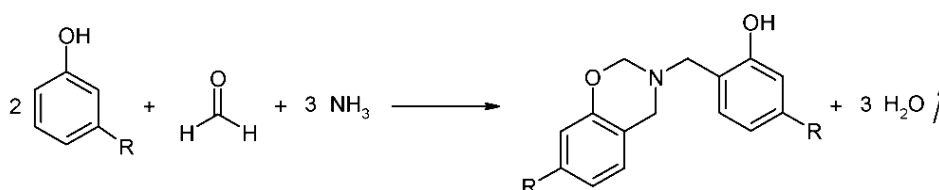
*Possibility of phenol partially substitution by cardanol in phenol formaldehyde lacquer resin synthesis for wood based composite production has been investigated.*

В связи с непрерывным удорожанием ископаемых видов сырья в перспективе становится актуальной задача по поиску возобновляемых биоресурсов. В качестве такого компонента для изготовления фенолформальдегидных смол для производства древесных композиционных материалов возможно использовать карданол – алкилфенол природного происхождения, содержащий C<sub>15</sub> – непредельный линейный углеводородный заместитель в метаположении к фенольному гидроксилу [1].

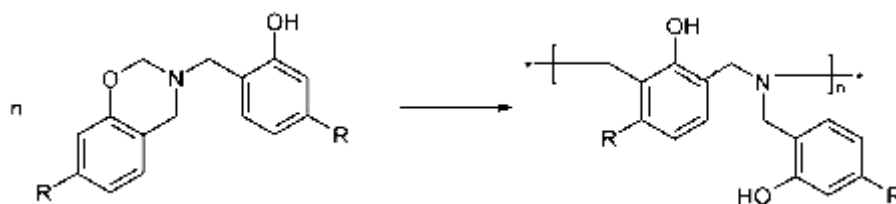
Фенолкарданолформальдегидные смолы являются новым видом фенольных связующих для получения водостойких древесных композиционных материалов: фанеры, в том числе бакелизированной, древесностружечных плит и др. [1, 2]. Получают такие смолы, заменяя при их синтезе часть фенола на карданол.

Взаимодействие карданола с формальдегидом в присутствии аммиачного катализатора протекает следующим образом [3]:

Реакция конденсации:



Реакция отверждения:



Для оценки влияния карданола на свойства лаковых резольных смол для деревообрабатывающей промышленности в соответствии с технологией производства смолы ЛБС-1 был изготовлен образец фенолкарданолформальдегидной лаковой смолы (ФКФЛС) с долей карданола 10 % мас. от массы фенола.

Свойства полученной смолы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели смол ФКФЛС

№	Наименование показателя	Величина параметра для ФКФЛС со степенью замещения фенола на карданол (% мас.)	
		ЛБС-1 (0 %)	ФКФЛС-10 (10 %)
1	Внешний вид	Однородная жидкость вишневого цвета	Однородная жидкость вишневого цвета
2	Массовая доля смолы, %	54	53,6
3	Вязкость динамическая при 20 °С, мПа*с	155	162
4	Массовая доля свободного фенола, %	4,8	4,5
5	Массовая доля свободного карданола, %	-	отс.
6	Массовая доля воды, %	8	8
7	Время желатинизации при 150 °С, сек.	81	83

Полученные объекты были проанализированы методом дифференциальной сканирующей калориметрии с интерпретацией результатов с помощью метода безмодельной кинетики по Вязовкину (МФК). Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Время отверждения смол  $\tau_{50}$  для достижения степени конверсии 50 %

№	Наименование смолы	$\tau_{50}$ , мин при				
		140 °С	150 °С	160 °С	180 °С	200 °С
1	Смола ЛБС-1	462,3	215,7	104,2	26,8	7,7
2	Смола ФКФЛС-10	168,4	93,7	53,6	18,9	7,2

Таким образом, модификация резольных лаковых смол для производства ДКМ карданолом позволяет увеличить скорость отверждения, улучшить экономическую эффективность выпуска лаковых смол за счет использования более экономически выгодного сырья.

*Библиографический список*

1. Talbiersky J., Polaczek J., Ramamoorthy R., Shishlov O. Phenols from Cashew Nut Shell Oil as a Feedstock for Making Resins and Chemicals // OIL GAS European Magazine. 2009. № 1. P. 33–39.

2. Шишлов О.Ф., Мороченкова В.И., Ковалев А.А., [и др.]. Исследование возможности замены синтетического фенола на карданол при производстве смолы СФЖ-3014 // Деревообрабатывающая промышленность, 2010. № 3. С. 20–22.

3. Burke WJ, Weatherbee C. 3,4-Dihydro-1,3,2H-benzoxazines. Reaction of polyhydroxybenzenes with N-methylolamines. J Am Chem Soc 1950.72:4691–4.

УДК 678-632

А.Е. Шкуро, В.В. Глухих  
(A.E. Shkuro, V.V. Glukhikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИНИЛАЦЕТАТНЫХ ЗВЕНЬЕВ  
В СЭВИЛЕНЕ на КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ДПК  
(THE EFFECT OF VINYL ACETATE GROUPS AVAILABILITY IN  
ETHYLENE-VINYL ACETATE COPOLYMER ON WPC CONTACT  
WETTING ANGLE)**

*Методом взвешивания мениска были проведены измерения контактного угла смачивания водой образцов некоторых древесно-полимерных композитов (ДПК). Установлена зависимость между краевым углом смачивания композита и содержанием винилацетата в его полимерной матрице.*

*Contact water wetting angle of certain wood plastic composites (WPC) samples was measured by weighting meniscus method. Dependence between contact wetting angle and content of vinyl acetate in its polymer matrix were found.*

Необходимыми условиями применения древесно-полимерных композитов (ДПК) в сфере производства настилов и облицовочных

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

материалов являются их высокая водостойкость и низкое водопоглощение. Нарушения этих условий ведет к падению комплекса физико-механических свойств композита, а также к набуханию и деформации изделия\* [1]. Улучшение водостойкости ДПК может достигаться модификацией полимерной матрицы, либо введением компатибилизатора в состав композита. В настоящей работе в качестве полимерной матрицы использовался сополимер полиэтилена с винилацетатом (СЭВА) содержащий от 6 до 28 % винилацетатных звеньев. В качестве параметра характеризующего водостойкость исследуемых композитов был выбран показатель угла краевого смачивания ДПК водой. Целью исследования являлось установление зависимости между содержанием винилацетатных звеньев в полимерной матрице ДПК и краевым углом смачивания композита водой.

Смешение компонентов ДПК производилось в лабораторном экструдере марки ЛЭРМ-1 при температуре 180 – 190 °С. После экструдирования полученная смесь (ДПС) охлаждалась до комнатной температуры, а затем подвергалась грануляции. Затем методом горячего прессования из полученного гранулята при температуре 190 °С и давлении 15 МПа изготавливались образцы ДПК в форме дисков.

Краевой угол смачивания образцов ДПК водой измерялся методом взвешивания мениска. Теоретическим обоснованием этого метода служит равновесие трехфазной границы, описываемое уравнением Юнга. Сила втягивания твердого образца в жидкость описывается уравнением

$$F = L\sigma_{ж-г} \cos\theta, \quad (1)$$

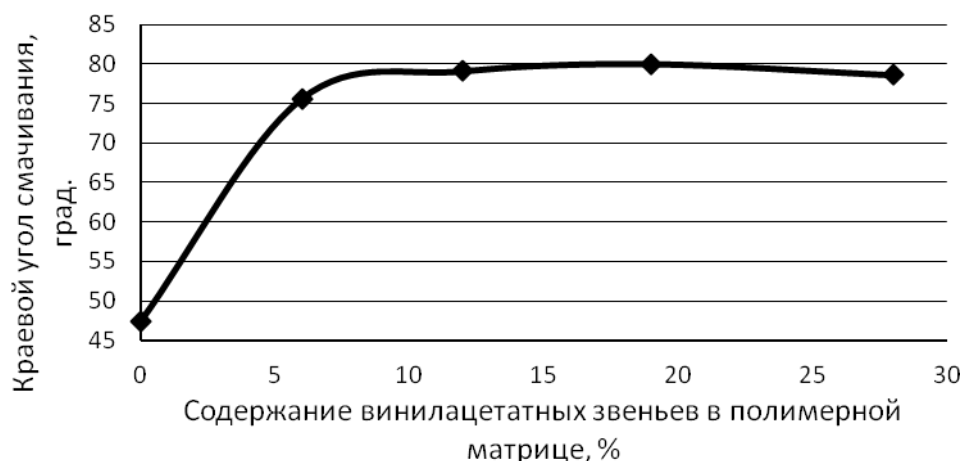
где  $L$  – периметр смачивания,  $\sigma_{ж-г}$  – поверхностное натяжение жидкости, а  $\theta$  – краевой угол смачивания образца. Силу втягивания можно измерить, определив разницу масс образца, свободно висящего над поверхностью жидкости, и этого же образца, касающегося жидкости.

На рисунке представлена полученная зависимость краевого угла смачивания ДПК водой от содержания винилацетатных звеньев в полимерной матрице.

Очевидно, что содержание в составе полимерной матрицы композита 6 % винилацетатных звеньев резко увеличивает краевой угол смачивания водой образцов ДПК. Физический смысл этого явления состоит в ухудшении растекания капель жидкости по поверхности образца и, как следствие, улучшении водостойкости и уменьшении водопоглощения композита. При дальнейшем увеличении содержания винилацетатных звеньев в полимерной матрице ДПК до 28 % значение краевого угла смачивания практически не изменяется.

---

\* Клёсов А.А. Древесно-полимерные композиты. СПб: Научные основы и технологии, 2010. 736 с.



Зависимость краевого угла смачивания ДПК водой от содержания винилацетатных звеньев в полимерной матрице

Полученные данные подтверждают значительное снижение взаимодействия с водой древесно-полимерных композитов на основе СЭВА и позволяют объяснить их более высокие показатели водостойкости по сравнению с ДПК на основе полиэтилена.

УДК 544.7:543.3

В.В. Юрченко, А.В. Свиридов, В.В. Свиридов, А.В. Каргина  
(V.V. Yurchenko, A.V. Sviridov, V.V. Sviridov, A.V. Kargina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
АЛЮМОСИЛИКАТОВ  
(WATER SOFTENING BY USING  
HIGHLY DISPERSED MODIFICATED ALUMINOSILICATE)**

*Рассмотрим способ повышения эффективности умягчения воды за счет использования адсорбционных реагентов в традиционных схемах умягчения.*

*Increase effectiveness of water softening by using adsorbents in traditional water softening technologies is presented in this paper.*

Важнейшим методом защиты водных объектов от сброса промышленных сточных вод является создание оборотных циклов водоснабжения предприятий. При создании оборотных циклов

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

водоснабжения предприятий одной из ключевых задач является предотвращение солеотложений карбонатов кальция и магния в трубопроводных системах. Для снижения жесткости воды в технологических процессах широко распространен реагентный метод умягчения (удаление солей жесткости связыванием в нерастворимые соединения) [1].

Альтернативным решением проблемы умягчения воды может стать применение высокодисперсных адсорбентов, извлекающих из оборотной воды соли жесткости и устраняющих саму причину карбонатных солеотложений. В качестве таких адсорбентов могут быть использованы модифицированные гидрозолы монтмориллонита (природного алюмосиликата) [2]. В ходе синтеза коллоидных адсорбентов их высокая адсорбционная емкость создается за счет модификации поверхности различными органическими и неорганическими соединениями, способными образовывать с катионами металлов малорастворимые или комплексные соединения. Наряду с адсорбционными процессами, при определенных значениях рН и концентрации металла в растворе наблюдаются процессы гетерокоагуляции образующихся частиц гидроксидов металлов с частицами высокодисперсных алюмосиликатов [3].

В данной работе были изучены закономерности умягчения воды с помощью модифицированных гидрозолей монтмориллонита. Предварительные исследования показали, что эффективность этих процессов зависит в первую очередь от количества модификаторов в сорбенте, величины рН и исходной концентрации кальция в водном растворе.

В результате проведенных исследований были получены изотермы адсорбции и рассчитана предельная адсорбционная емкость исследуемых образцов ( $15 \pm 2$  мг-экв/г для сорбента 3/1.7 и  $19 \pm 2$  мг-экв/г для сорбента 5/0.5М).

Было установлено, что адсорбционное извлечение кальция интенсифицируется с увеличением рН. При этом наибольшая адсорбция наблюдается при значениях рН 11,0–11,5. По нашему мнению, в этой области значений рН меняется механизм извлечения кальция из раствора. Помимо адсорбции катионных форм  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CaOH}^+$  на поверхности адсорбента, в модельном растворе происходит образование гидроксида кальция и дальнейшая гетерокоагуляция свежесформированного гидроксида с частицами модифицированного монтмориллонита. Это приводит к существенному снижению жесткости раствора и практически полному выделению кальция. Степень очистки от кальция составляет 96 %, а остаточная жесткость раствора – 0,2 мг-экв/л.

Установлено, что адсорбенты могут применяться для умягчения воды в традиционных технологических схемах реагентной обработки воды в виде 3–5 %-х гидрозолей. При этом происходит замена реагентов, дозируемых в камеры реакции (флокуляторы или вихревые реакторы), а также замена дозирующего оборудования.

Адсорбционные реагенты возможно использовать в уже существующих известковых или известково-содовых схемах.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

При сопоставлении известного реагентного предлагаемого адсорбционного и способов умягчения воды можно выделить следующие преимущества последнего:

1) на качество адсорбционного умягчения почти не влияют органические примеси;

2) эффективное умягчение возможно при более низких температурах (8-10 °С для адсорбционного способа против 35–40 °С для известково-содового);

3) процесс умягчения при использовании адсорбционного метода возможно проводить в одну стадию;

4) уменьшаются эксплуатационные затраты на обработку воды в 1,7 – 2,5 раза;

5) передозировка реагента не оказывает негативных эффектов на процесс, в то время как в известково-содовом методе необходимо соблюдать оптимальную дозу извести;

6) уменьшается объем используемых реагентов, что снижает количество образующегося шлама.

Главным недостатком процесса умягчения воды адсорбционным методом является накопление свободной углекислоты по отношению к растворимым формам кальция и магния, что приводит к коррозионной активности воды. Это происходит в результате связывания ионов кальция и магния модификаторами на поверхности реагента.

Для устранения этого недостатка (повышения термостабилизации воды после сорбционной обработки) нами предлагается использовать мраморно-песчаные фильтры. Такие фильтры обладают как фильтрующими свойствами, так и способностью связывать находящуюся в воде избыточную агрессивную углекислоту. При этом индекс Ланжелье после фильтрации воды через мраморно-песчаную загрузку приближается к нулю. Благодаря тому что плотность и измельченность мрамора и кварцевого песка близки между собой, нормальная работа фильтра не нарушается ни при фильтровании воды, ни при его промывке [4].

*Библиографический список*

1. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод: учебник для вузов. М.: Высш. шк. 1987. 479 с.

2. Свиридов А.В., Никифоров А.Ф., Ганебных Е.В., Елизаров В.А. Очистка сточных вод от меди природным и модифицированным монтмориллонитом // Водное хозяйство России. 2011. № 1. С. 58–65.

3. Свиридов А.В. Ганебных Е.В., Елизаров В.А. Алюмосиликатные сорбенты в технологиях очистки воды // Экология и промышленность России. 2009. № 3. С. 28–30.

4. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. 3-е изд., перераб. и доп. Киев: Наук. думка, 1980. – 564 с.



## ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 630.36

С.В. Будалин, С.В. Ляхов  
(S.V. Budalin, S.V. Lyachov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### ПЛАНИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ (PREDICTION OF THE LORRY COMMERCIAL PERFORMANCE)

*Рассмотрено прогнозирование технико-эксплуатационных показателей лесовозных автопоездов на основе оценки их эффективности по обобщенному показателю. Определены диапазоны значений этих показателей по влиянию на обобщенный показатель.*

*The prediction of technical and operational characteristics of logging trucks on the basis of their effectiveness assessment by a generalized indicator is considered. The ranges of values of these parameters to influence the synthesis rate are defined.*

При планировании работы лесозаготовительных предприятий и их производственных подразделений (в том числе и автотранспортных) необходимо иметь прогрессивные нормативы технико-эксплуатационных показателей (ТЭП). Их планирование в настоящее время осуществляется от достигнутого, т. е. путем увеличения фактически достигнутых показателей прошлого года на 3 – 5 %, что представляется необоснованным, и не позволяет, как правило, достичь в дальнейшем плановых значений показателей. Причиной этого, как уже указывалось, является назначение их волевым порядком без учета взаимосвязей влияющих факторов.

Базовые нормативы ТЭП могут быть получены в зависимости абсолютных значений единичных показателей от функционального критерия для конкретных условий применения лесовозных автомобилей и уровня эффективности по единичным показателям [1]:

$$P_j = \frac{\Phi_i X_{ij}}{\theta P_j}, \quad (1)$$

где  $\Phi_i$  – функциональный критерий рассматриваемой системы;

$X_{ij}$  – удельное значение показателя базового лесовозного автопоезда;

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

$\theta P_j$  – удельное значение показателя рассматриваемого лесовозного автопоезда;

$i$  – порядковый номер системы в рассматриваемой совокупности;

$j$  – порядковый номер показателя, принятого для определения уровня эффективности.

Уравнение (1) можно записать в виде зависимости абсолютных значений единичных показателей от функционального критерия для конкретных условий и требуемого значения обобщенного показателя:

$$P_j = \frac{\Phi_i X_{ij}^a}{K_i - b}, \text{ при } K_i > b, \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты уравнения зависимостей уровня эффективности по обобщенному показателю от уровня эффективности по единичным показателям;

$K_i$  – обобщенный показатель эффективности.

Расчет значений обобщенного показателя эксплуатации произведен при значении функционального критерия, в качестве базовых показателей использованы минимальные удельные показатели сезона 2010-2011 гг.

Коэффициенты линейного уравнения регрессии, зависимостей значений по обобщенному показателю от значений по единичным показателям определялись с помощью приложения Microsoft Excel методом наименьших квадратов [2].

Результаты расчета по формуле (2) приведены в таблице, по данным которой построены графические зависимости обобщенного показателя эффективности от абсолютных значений основных ТЭП (рис. 1, 2).

Зависимость обобщенного показателя эффективности  
от абсолютных значений основных ТЭП

$\alpha_g$	$K_i^{расч}$	$\gamma$	$K_i^{расч}$	$\beta$	$K_i^{расч}$	$V_3$ , км/ч	$K_i^{расч}$
0,886	0,421	0,804	0,537	0,459	0,458	30,18	0,281
0,889	0,435	0,842	0,546	0,454	0,518	33,37	0,310
0,893	0,455	0,968	0,591	0,461	0,628	34,62	0,390
0,912	0,576	1,101	0,699	0,469	0,852	37,96	0,559
0,923	0,673	1,108	0,708	0,493	0,912	45,46	0,616

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наибольший рост обобщенного показателя эффективности лесовозных автопоездов наблюдается при увеличении значений коэффициента выпуска  $\alpha_g > 0,893$ , коэффициента использования грузоподъемности  $\gamma > 0,968$ , коэффициента использования пробега  $\beta > 0,461$ . Что касается показателя эксплуатационной скорости  $V_3$ , то во всем диапазоне изменения ее

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

значений наблюдается линейный рост обобщенного показателя эффективности.

В то же время анализ рис. 1 и рис. 2 показывает, что нелинейная зависимость обобщенного показателя от коэффициента выпуска до его значения  $\alpha_6 = 0,8$  более пологая, чем линейная зависимость его от эксплуатационной скорости. Для зависимости обобщенного показателя от коэффициента использования грузоподъемности это граничное значение составляет  $\gamma = 0,97$ ; для зависимости обобщенного показателя от коэффициента использования пробега -  $\beta = 0,48$ . Это означает, что до достижения этих значений каждым из коэффициентов предпочтение необходимо отдавать увеличению эксплуатационной скорости; после - каждому из этих показателей, поскольку это даст более быстрый рост обобщенного показателя.

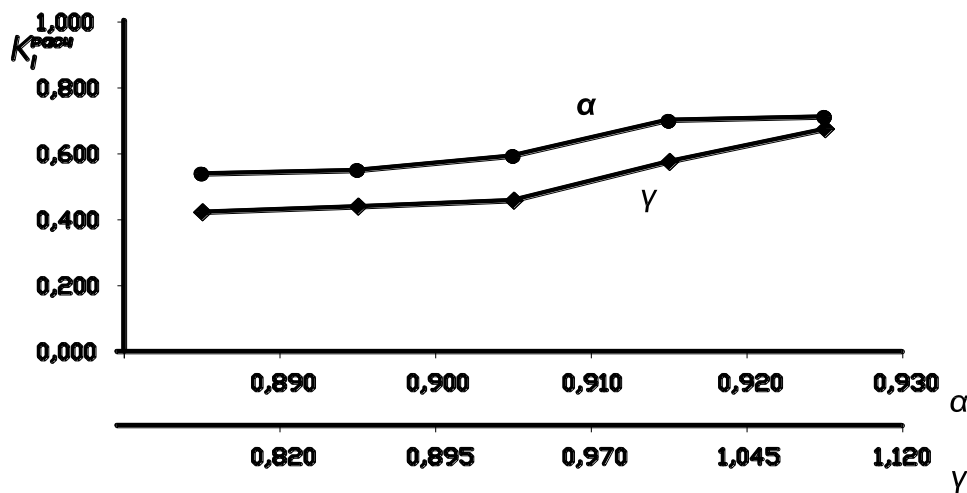


Рис. 1. Зависимость обобщенного показателя эффективности от абсолютных значений коэффициента выпуска и коэффициента использования грузоподъемности

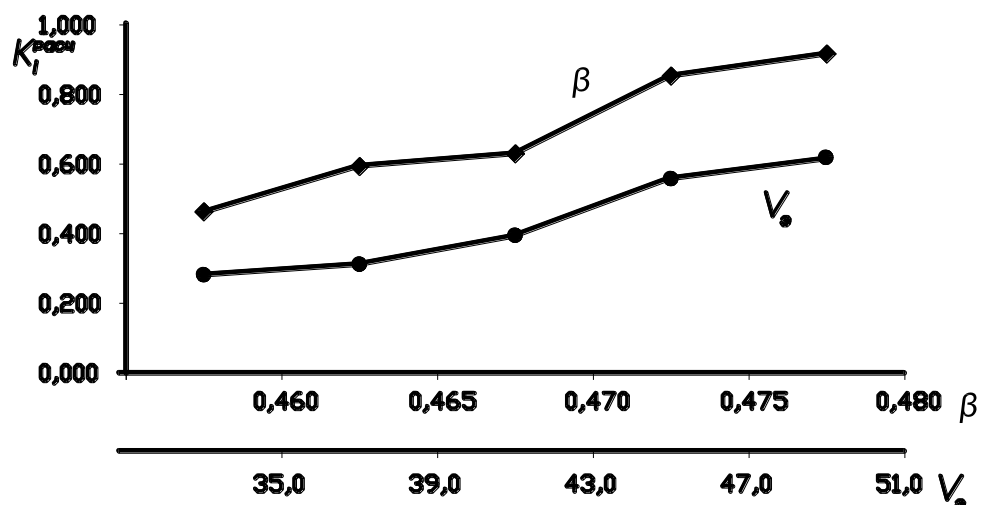


Рис. 2. Зависимость обобщенного показателя эффективности от коэффициента использования пробега и эксплуатационной скорости

*Библиографический список*

1. Воронов Ю. Е., Буянкин А. В. Комплексная оценка и прогнозирование показателей эксплуатации карьерных автосамосвалов. // Вестник КузГТУ. 2003. № 6. С. 52 – 55.
2. Будалин С.В., Ляхов С. В. Анализ качественных показателей эксплуатации лесовозных автопоездов // Естественные и технические науки. 2011. № 2/52. С. 481-485.

УДК 630.36

С.В. Будалин, С.В. Ляхов  
(S.V. Budalin, S.V. Lyachov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**РАСЧЕТ УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ ЛЕСОВОЗНЫХ  
АВТОПОЕЗДОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА  
(THE SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION  
OF LORRIES FOR MIDDLE URALS CONDITIONS)**

*Для удобства и простоты расчета представлена программа Forest Machine. Она позволяет быстро и точно получить результат с любой комбинацией лесовозных автопоездов и маршрутов, а также оценить эффективность эксплуатации любого лесовоза.*

*The program Forest Machine is presented for convenience and simplicity of calculation. It allows quickly and precisely to receive the result with any combination of the timber lorry convoys and routes, and also to estimate operation efficiency of any timber lorry.*

Основной целью оценки эффективности взаимодействия автомобилей с грузом и дорогой как элементов общей системы транспортирования является установление того, насколько эффективно каждый из них выполняет заданную функцию в конкретных условиях [1]. Для такой оценки в условиях лесозаготовки необходимо иметь функциональный критерий взаимодействия лесного сырья, автопоезда и дороги с учетом ограничений, накладываемых окружающей средой.

В результате рассмотрения основных показателей работы лесовозного автомобильного транспорта для дальнейшего анализа из общей номенклатуры показателей остаются: коэффициент выпуска  $\alpha_в$ , динамический коэффициент использования грузоподъемности  $\mu_{дин}$ .

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

коэффициент использования пробега  $\beta$ , эксплуатационная скорость автомобиля  $V$ , [2].

Для целей планирования и анализа показателей работы лесовозов в ЗАО «Фанком» приняты следующие модели автопоездов: Урал-43204, Урал-444403, Урал-5557, Ивеко 633929, Ивеко АМТ 633910.

Использование лесовозов и сортиментовозов по различным направлениям определяется в зависимости от технологии лесозаготовки и наличием погрузочно-разгрузочных средств на лесосеке или подвижном составе. На основе парка лесовозов ЗАО «Фанком» выполнен анализ маршрутов движения с учетом наибольшего объема вывозки и типа подвижного состава (таблица). Величина уклонов дороги учтена с шагом 1 км. При составлении маршрутов были проанализированы ездки лесовозов за сезон 2010/2011 гг.

Исследование по маршрутам вывозки лесоматериалов было проведено с помощью системы АвтоТрекер – многофункциональной интеллектуальной системы ГЛОНАСС/GPS мониторинга для удаленного контроля работы автотранспорта. [3]

#### Маршруты движения лесовозных автопоездов

Модель автопоезда	Пункт отправления	Пункт прибытия	Длина пути, км	Перепад высоты, м	Средний объем перевозимого груза, м <sup>3</sup>
Урал-43204	Фоминка	Б. Бабушкино	116	74	27,3
Урал-444403	Толстого	Б. Бабушкино	68	70	26,9
Урал-5557	Арамашево	Б. Бабушкино	57	45	23
Ивеко 633929	Кировское	Б. Бабушкино	45	66	51
Ивеко АМТ 633910	Бобровка	Б. Бабушкино	50	54	48

Для расчета удельных энергозатрат транспортирования лесоматериалов была разработана программа Forest Machine, учитывающая основные технические параметры и специальные условия эксплуатации лесовозного автопоезда, а также средневзвешенный уклон на каждом маршруте. Программа помогает достаточно быстро и легко подобрать подвижной состав с наименьшими затратами энергии транспортирования лесного сырья. Для этого достаточно выбрать подвижной состав из базы программы расчета либо завести новый, определив его основные технические параметры и сохранив в базе (рис. 1).

Помимо этого, можно проводить анализ состояния парка подвижного состава, занятого на вывозке лесоматериалов. Анализ позволяет оценить уровень эффективности эксплуатации лесовозов и определить наиболее значимые показатели и их степень влияния на уровни эффективности. Расчеты показали, что наиболее влиятельным параметром является эксплуатационная скорость лесовоза. Вследствие этого необходимо разрабатывать мероприятия для повышения эксплуатационной скорости.

***ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013***

Одним из вариантов является применение манипуляторов на лесовозах, что сокращает время простоя на лесосеке.

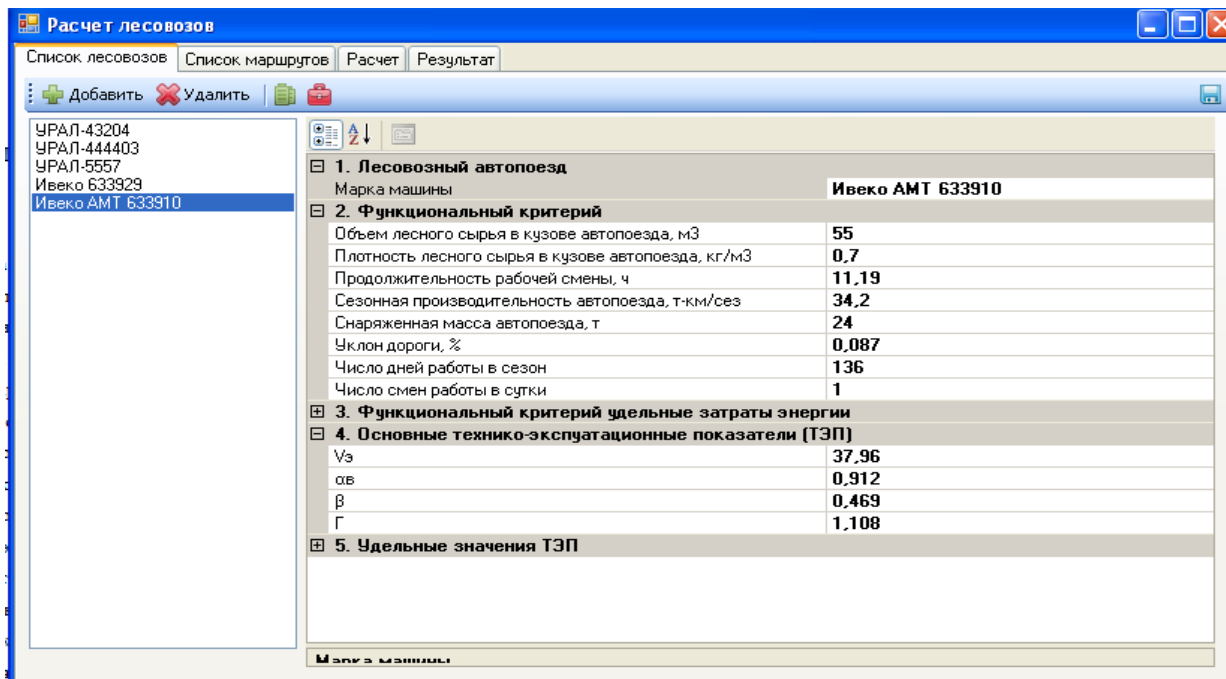


Рис. 1. Ввод исходных данных и формирование парка лесовозных автопоездов в программе Forest Machine

На рис. 2 представлены результаты расчета по программе Forest Machine.

Лесовоз	Фоминка-Б. Бабушкино
УРАЛ-43204	4749.00868
УРАЛ-444403	6403.64535
УРАЛ-5557	3225.35842
Ивеко 633929	2551.93215
Ивеко АМТ 633910	2589.18276

Рис. 2. Удельные значения энергозатрат (кДж/м<sup>3</sup>) вывозки лесного сырья лесовозными автопоездами по маршруту Фоминка-Биржа Бабушкино

Выполненные таким образом расчеты позволяют рационально организовать работу лесовозных автопоездов по определенным маршрутам, проанализировав парк лесовозов, маршруты движения с точки зрения уклонов.

*Библиографический список*

1. Радкевич Я. М. Методология прогнозирования параметров горных машин (на примере очистных комбайнов): автореф. дис.... д-ра техн. наук. М., 1993. 36 с.

2. Алексеева И.М., Гончаренко О.И., Петрова Е.В. Статистика автомобильного транспорта: учебник. М.: Экзамен, 2005. 352 с.

3. Будалин С.В., Ляхов С.В., Некрасов Д.Н. Расчет удельных энергозатрат вывозки лесоматериалов автопоездами // Научно-технический журнал: Естественные и технические науки №8(58). М, 2011, С. 455-458.

УДК 676.012.1

Ю.М. Гребенщиков, В.П. Сиваков  
(Y.M. Grebenschikov, V.P. Sivakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**КОЛЕБАНИЯ В ФОРМЕ ИЗГИБА  
КОТЛОВ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
(FLUCTUATIONS IN THE FORM OF A BEND  
OF COPPERS OF COOKING OF CELLULOSE)**

*Приведен метод расчета колебаний в форме изгиба варочного котла производства целлюлозы. Рассмотрен вариант конструктивного исполнения котла, когда центр масс не совпадает с точкой крепления опорных колонн.*

*The article presents an analytical method of flexural vibrations of a digester cellulose making. A variant of the boiler's embodiment when the center of mass doesn't coincide with the fixing point of pillars is also examined.*

Схема и эпюры моментов инерции сечений варочного котла (ВК) показаны на рис. 1, а, б. Жесткости стоек на изгиб и сдвиг в несколько раз меньше жесткости обечаек котла [1]. Динамическая модель ВК [2] (рис. 1, в) может быть представлена в виде упругой невесомой стойки длиной  $\ell$ , на которой закреплен жесткий корпус ВК массой  $m$  и моментом инерции массы  $\theta$ . Обобщенными координатами модели являются линейное перемещение центра масс ВК и угол его поворота относительно центра

масс. Центр масс расположен на оси ВК на расстоянии  $k \cdot \ell$  от опор, где  $k$  – отношение расстояния от центра масс котла до опор к длине опор. При расположении центра масс по оси котла на расстоянии  $k \cdot \ell$  (рис. 1) при колебаниях изменяется радиус инерции масс котла. В литературных источниках по динамике и вибрации аппаратов колонного типа, такой вариант крепления опор не исследован. [1].

Момент инерции массы котла  $\theta$  выразим через массу

$$\theta = m \cdot \rho^2, \quad (1)$$

где  $\rho = (1 + k) \cdot \ell$  - радиус инерции масс ВК, проходящий через центр массы.

Модель ВК имеет две степени свободы, соответствующие горизонтальному перемещению центра масс и повороту. Обозначим амплитуды линейного перемещения  $x$ , углового –  $\psi$ .

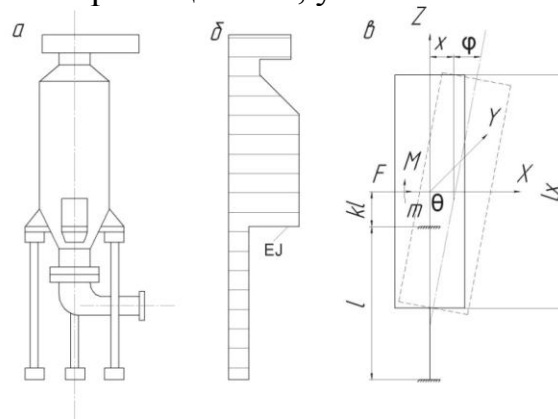


Рис. 1. Схемы к расчету ВК:  
а – общий вид ВК; б – эпюра моментов инерции сечений;  
в – динамическая модель

Силу инерции и момент сил инерции определяем по формулам

$$F = \lambda^2 m x; \quad M = \lambda^2 \theta \psi. \quad (2)$$

Уравнения динамического равновесия ВК имеют вид:

$$x = F \delta_{11} + M \delta_{12}; \quad \psi = F \delta_{21} + M \delta_{22}, \quad (3)$$

где  $\delta_{11}, \delta_{21}, \delta_{12}, \delta_{22}$  – коэффициенты влияния соответственно при линейных и угловых перемещениях.

Коэффициенты влияния находим, перемножая эпюры, соответствующие единичным нагрузкам:

$$\delta_{11} = \frac{A \cdot \ell^2}{E \cdot J}; \quad \delta_{12} = \delta_{21} = \frac{B \cdot \ell^2}{E \cdot J}; \quad \delta_{22} = \frac{C \cdot \ell^2}{E \cdot J}, \quad (4)$$

где  $A = \left(k^2 + k + \frac{1}{3}\right) \cdot \ell; \quad B = 2 \cdot k + \frac{1}{2}; \quad C = \frac{1}{\ell}.$



Подстановка (2) и (4) в (3) приводит к уравнениям:

$$\begin{aligned} x &= \lambda^2 \cdot m \cdot x \frac{A \cdot \ell^2}{E \cdot J} + \lambda^2 \cdot m \cdot \rho^2 \cdot \psi \frac{B \cdot \ell^2}{E \cdot J}; \\ \psi &= \lambda^2 \cdot n \cdot x \cdot \frac{B \cdot \ell^2}{E \cdot J} + \lambda^2 \cdot m \cdot \rho^2 \cdot \psi \cdot \frac{C \cdot \rho^2}{E \cdot J}. \end{aligned} \quad (5)$$

Обозначим  $\frac{E \cdot J}{\lambda^2 \cdot m \cdot \ell^2} = N$ , тогда уравнения (5) запишутся в виде

$$(N - A) \cdot x = \rho^2 \cdot B \cdot \psi; \quad B \cdot x = (N - C \cdot \rho^2) \cdot \psi. \quad (5 \text{ а})$$

Частотное уравнение (5 а) приобретает вид:

$$\begin{vmatrix} N - A & -\rho^2 \cdot B \\ B & -(N - C \cdot \rho^2) \end{vmatrix} = 0;$$

$$N^2 - (C \cdot \rho^2 + A) \cdot N + (B - A \cdot C) \cdot \rho^2 = 0. \quad (6)$$

Корни частотного уравнения определяем по формуле

$$N_{1,2} = \frac{C \cdot \rho^2 + A}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{C \cdot \rho^2 + A}{2}\right)^2 - (B - A \cdot C) \cdot \rho^2}.$$

Собственные частоты колебаний ВК соответственно равны

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{E \cdot J}{m \cdot \ell^2 \cdot N_1}}; \quad \lambda_2 = \sqrt{\frac{E \cdot J}{m \cdot \ell^2 \cdot N_2}}; \quad (7)$$

Формы колебаний определим из соотношений:

$$\psi_1 = \frac{N_1 - A}{B \cdot \rho^2} \cdot x; \quad \psi_2 = \frac{N_2 - A}{B \cdot \rho^2} \cdot x.$$

После подстановки найденных по (7) собственных частот получаем цифровые значения перемещений.

### *Библиографический список*

1. Сиваков В.П. Расчет собственных изгибных колебаний варочных котлов установок периодической варки целлюлозы // Виброакустическое проектирование оборудования целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих производств / Под ред. В.Н. Стражинского, А.А. Санникова. Екатеринбург: УГЛТА, 1996. С. 203-207.

2. Сиваков В.П. Оценка моделей варочных аппаратов и труб при расчетах на колебания // Виброакустические процессы в технологиях, оборудовании и сооружениях отраслей лесопромышленного комплекса: Материалы науч.-техн. семинара. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. С. 102-109.

УДК 165+004.8

А.Г. Долганов  
(A.G. Dolganov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ,  
ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ**  
(THE NEW APPROACH TO THE DECISION GNOSIOLOGICAL  
AND TECHNICAL PROBLEMS IN THE KNOWLEDGE-BASED  
SYSTEMS ENGINEERING)

*Рассматриваются принципы и актуальность нового подхода к решению гносеологических и технических проблем, возникающих в разработке интеллектуальных систем, основанных на знаниях (экспертных систем).*

*The principles and an urgency of a new approach to the decision of the gnosiological and technical problems arising according the development of intellectual knowledge-based systems (expert systems) are considered in the article.*

Основным содержанием данной работы является обоснование нового подхода к решению гносеологических и технических проблем разработки систем, основанных на знаниях (СОЗ), или экспертных систем (ЭС). Этот подход ориентирован на достижение главной цели исследования, проводимого автором, – существенное расширение сферы применения СОЗ (ЭС) на основе принципов их разработки: 1) методология разработки и совершенствования СОЗ (ЭС) имеет междисциплинарный характер (принцип междисциплинарности); 2) методика разработки СОЗ (ЭС) представляет собой мета-систему, основанную на знаниях (принцип мета-уровня); 3) СОЗ (ЭС) решает сложные, типовые задачи широкого спектра витагенных потребностей человека (принцип витагенности); 4) аппаратно-программная платформа СОЗ (ЭС) строится на стандартных и доступных большинству пользователей информационно-технических решениях (принцип доступности); 5) в качестве экспертов СОЗ (ЭС) выступают сами разработчики этих систем (принцип субъектности).

Структура работы отражает начальные этапы исследования гносеологических и технических проблем разработки СОЗ (ЭС). Основное внимание уделяется обоснованию актуальности проведения научного исследования в данной междисциплинарной сфере, включающей в себя не

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

только технические (в области искусственного интеллекта), но и философские (гносеологические) вопросы.

Актуальность проведения научного исследования в данной сфере обосновывается следующими факторами:

1. Высокий темп роста уровня информатизации населения нашей страны как проявление глобальной тенденции в мире к развитию информационных обществ (информационной цивилизации). При этом наблюдается углубление социализации информационных технологий (социальные сети и сайты для населения страны, электронное администрирование на всех уровнях управления, электронные услуги и программы-продукты для широкого класса потребителей).

2. Существенное преобладание в искусственном интеллекте как научном направлении в области информатики, разработок по созданию СОЗ (ЭС), что объясняется относительной простотой этого технического решения среди других более сложных в теоретическом и практическом плане идей моделирования интеллектуальной деятельности человека (например, нейронные сети, роботы, системы распознавания образов и др.) Одновременно можно констатировать сдерживание в развитии концепции СОЗ (ЭС), особенно за последние 3-4 года, вызванное усложнением методик (методологии) разработки этих систем (в частности, методологии интегрированных, информационно-интеллектуальных систем у нас в стране) и, как следствие, уменьшением доступности СОЗ (ЭС) для широкого круга пользователей.

3. Непрерывное повышение качества (обновление) стандартных информационных технологий (программ), представляемых, прежде всего в сети Internet, неограниченному числу пользователей. Такие технологии (программы), как правило, открыты для использования в качестве оболочек, шаблонов, прототипов, инструментальных средств конкретных информационно-технологических решений (в том числе, интеллектуальных).

4. Междисциплинарность исследований в области искусственного интеллекта [1, 2] в целом (на стыке информационных технологий, теории принятия решений, теории ситуационного управления, когнитивной психологии, философии (гносеологии), лингвистики, нейронных технологий и др.), что обеспечивает решение сложных задач разработки искусственных объектов, аналогичных естественным с целью повышения эффективности процессов принятия решений.

5. Теоретико-методологическое обоснование витагенного знания, имеющего целью удовлетворение всех основных потребностей человека,

формируемых его жизненным опытом: индивидуально-органических, родовых, когнитивно-праксеологических, социабельных, трансцендентальных [3]. В рамках этой теории возможно обоснование практически неограниченного расширения применения СОЗ (ЭС) в деятельности человека, в том числе конечно, в лесных технопарках при решении транспортно-технологических, социально-экономических, экологических и других проблем лесного комплекса.

*Библиографический список*

1. Искусственный интеллект: междисциплинарный подход; под ред. Д.И. Дубровского и В.А. Лекторского. М.: ИИнтелЛЛ, 2006. 448 с.
2. Рябов Г.Г., Суворов В.В. Междисциплинарные исследования интеллекта – новая перспектива интеллектуальных компьютерных технологий: доклад / Центральный экономико-математический институт РАН; Научный совет РАН по методологии искусственного интеллекта. М., 2005. 7 с.
3. Вербицкая Н.О. Теоретические основы витагенного образования взрослых: монография / Урал. гос. пед. ун-т; Урал. отдел. Российской академии образования. Екатеринбург, 2001. 377 с.

УДК 165+004.8

А.Г. Долганов  
(A.G. Dolganov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ  
(GNOSIOLOGICAL AND TECHNICAL PROBLEMS AT  
THE KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS ENGINEERING)**

*Рассматриваются гносеологические проблемы природы, условий достоверности, возможности, границ знания и технические проблемы получения знания, возникающие при разработке интеллектуальных систем, основанных на знаниях (экспертных систем).*

*The gnosiological problems of the nature, conditions of reliability, an opportunity, borders of knowledge and technical problems of knowledge reception arising according the development of intellectual knowledge-based systems (expert systems) are considered in the article.*

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Основная проблема разработки систем, основанных на знаниях (СОЗ), или экспертных систем (ЭС) – проблема знания. При этом в анализе данной проблемы могут быть выделены два основных аспекта: гносеологический и технический.

В гносеологическом аспекте основная проблема знания может быть разделена на ряд частных проблем: 1. Проблема природы знания - что есть знание? 2. Проблема условий достоверности знания – насколько знание истинно? 3. Проблема возможностей знания – зачем знание? 4. Проблема границ знания – каковы пределы знания?

В техническом аспекте основная проблема знания также может быть разделена на ряд частных проблем: 1. Проблема приобретения знания - как получить знание? 2. Проблема представления (формализации) знания - как представить знание? 3. Проблема преобразования (манипуляции) знания – как повысить ценность знания? 4. Проблема передачи знания? - как передать знание?

Фактическая ситуация в состоянии исследований по разработке СОЗ (ЭС) кратко может быть описана следующим образом 1) В гносеологии (эпистемологии) существует множество определений понятия «знание», но ни одно из них не является исчерпывающим, окончательным или хотя бы частично проясняющим сущность этого понятия в такой степени, чтобы существенно изменить наше представление о нём в применении к СОЗ; 2) ещё более неопределённым в теории познания является современное представление об истине. Одним из крайних вариантов этого является отрицание истины, что обесценивает средства её поиска (в том числе, с помощью СОЗ); 3) необходимость знания для современного общества признаётся большинством учёных и специалистов, но существует и определённый скептицизм в оценке его значимости и средств его получения (в том числе, с помощью СОЗ); 4) большинство представителей учёного мира признаёт бесконечность познания (и знания), условность современных знаний о мире, но существует и недооценка безусловного знания (получаемого, в том числе, с помощью СОЗ); 5) получение знания (знаний) при разработке СОЗ осуществляется способом извлечения знаний из электронных и бумажных носителей информации, а также от экспертов, являющихся основными носителями эвристик (опытного знания); 6) основными способами представления знаний в СОЗ являются: продукции (правила), фреймы, семантические сети; 7) основным способом преобразования знания в СОЗ является вывод знания в соответствии с принятым способом его представления; 8) передача знания в СОЗ в большинстве случаев осуществляется через интерфейс пользователей по схеме: «консультация: запрос – ответ – объяснение процесса принятия решения».

Желаемая ситуация в состоянии исследований по разработке СОЗ выражается необходимостью: 1) более ясного определения понятия

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

«знание», изменяющею представление о нём в сторону большей продуктивности (полезности) СОЗ; 2) обоснования тесной связи понятий «знание» и «истина», представления об истине как цели знаний в СОЗ; 3) обоснования значимости знаний в СОЗ как культурной ценности современного общества; 4) обоснования не только условности, но и безусловности знания в СОЗ; 5) сокращения промежуточных звеньев, (вносящих дополнительные помехи, ошибки, искажения) между знанием экспертов и пользователем СОЗ; 6) упрощения представления знаний в СОЗ, с одной стороны, и приближение логики искусственной системы (СОЗ) к логике естественного интеллекта (человека) - с другой; 7) алгоритмического (квазиалгоритмического) вывода знания в СОЗ, приближенного к процессу принятия решений естественного интеллекта; 8) применения в СОЗ современных, доступных инструментальных средств обеспечения интерфейса передачи знаний от эксперта пользователям.

Таким образом, следует констатировать необходимость углубления исследования гносеологических и технических проблем разработки СОЗ и получения нового способа их решения с целью преодоления расхождения между фактической и желаемой ситуациями. Такой способ может иметь применение для всех перечисленных выше проблем, но не только для решения отдельных проблем, что наблюдается в настоящее время, когда предлагаются частные решения по отдельным вопросам. Потому этот способ может иметь не только практическое значение, но и содержать научную новизну, благодаря чему может быть открыто новое научное направление, в рамках которого с помощью данного способа решается целый ряд задач, решение которых ранее было проблемой, т.е. предполагаемое исследование может перевести этот ряд проблем в категорию задач.

Объектом данного исследования (предметной областью) является СОЗ. Предмет исследования – знание в гносеологическом и техническом аспектах. Цель работы – существенное расширение сферы применения СОЗ (ЭС) во всех сферах деятельности человека.

Задачи работы: 1) повышение качества и эффективности определения понятия «знание» в гносеологическом и техническом аспектах разработки СОЗ; 2) обоснование представления об истине как цели знаний в СОЗ; 3) обоснование значимости и места знаний СОЗ в системе ценностей культуры современного общества; 4) обоснование условности и безусловности знаний в СОЗ; 5) обоснование использования экспертов СОЗ в качестве разработчиков этих систем (обоснование принципа субъектности разработки СОЗ); 6) упрощение представления знаний в СОЗ и приближение искусственной логики СОЗ к логике естественного интеллекта; 7) квазиалгоритмизация вывода знаний в СОЗ, обеспечение его приближения к процессу принятия решений естественного интеллекта; 8) обоснование перехода в СОЗ к современным, доступным инструментальным средствам обеспечения интерфейса передачи знаний от эксперта конечным пользователям.

УДК 621.893

В.В. Илюшин, Б.А. Потехин  
(V.V. Ilyshin, B.A. Potechin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Eketerinburg)

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (ALTERNATIVE ANTIFRICTIONAL MATERIAL)

*Разработан «комбинированный» антифрикционный материал, имеющий коэффициент трения и интенсивность изнашивания ниже, чем исходные компоненты.*

*The «combined» antifrictional material having factor of a friction and intensity of wear process lower, than initial components is developed.*

Антифрикционные сплавы на основе олова – баббиты используют для подшипников скольжения ответственного назначения, применяемых в мощных электродвигателях, прокатных станах, паровых и газовых турбинах, распределительных валах маломощных двигателей и компрессоров и т. п. По антифрикционным свойствам баббиты превосходят большинство сплавов скольжения, но значительно уступают им по сопротивлению усталости [1, 2].

В узлах трения, где нужна более высокая усталостная прочность, применяют сплавы на основе меди - оловянные (БрОФ10-1, БрО4Ц4С17) и свинцовистые (БрС30) бронзы. Бронзы обладают достаточно высокими прочностными свойствами, но не всегда имеют высокие триботехнические характеристики.

Последнее время находят широкое распространение антифрикционные материалы и разного рода присадки к маслам, позволяющие реализовать режим избирательного переноса (ИП) в подшипниковом узле. Избирательный перенос возможен благодаря существованию в зоне трения сервовитной пленки – особого рода вещества, образованного потоком энергии и существующего в процессе трения [3]. Сервовитная пленка, имея сложную физико-химическую природу, способствует существенному, в десятки раз, снижению трения. Такая пленка образуется в паре трения, если один из материалов имеет медную основу.

С целью объединения положительных свойств бронз и баббитов были изготовлены плазменные покрытия<sup>1</sup> с различным содержанием порошков баббита Б83 и бронзы БрО10 в исходной смеси для напыления. Определен коэффициент трения и интенсивность изнашивания таких «комбинированных» покрытий при различных нагрузочно-скоростных режимах испытания. На рис. 1 приведена одна из характерных зависимостей, полученных в результате испытаний.

---

<sup>1</sup> Процесс напыления и все подготовительные операции проводили в ОАО НПП ТСП «Ксилит» г. Екатеринбург под руководством С.П. Кочугова

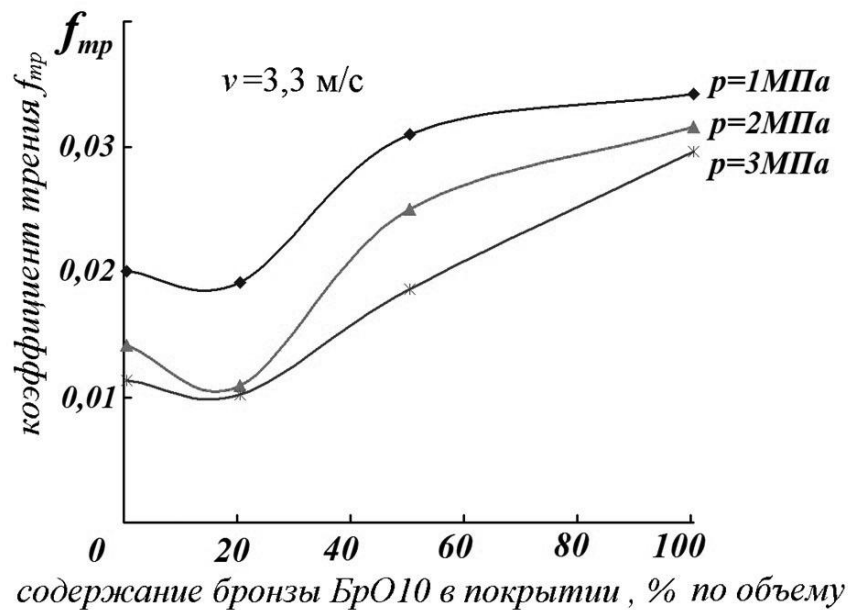


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения напыленного покрытия от содержания порошка бронзы БрО10 и удельной нагрузки

В результате испытаний наблюдается вполне обоснованная картина увеличения коэффициента трения напыленного покрытия с увеличением содержания в нем бронзы. Особый интерес представляет покрытие, содержащее 80 % баббита Б83 и 20 % бронзы БрО10. Коэффициент трения этого покрытия существенно ниже коэффициента трения баббита Б83 и бронзы БрО10 как в литом, так и в напыленном состояниях (рис. 2). Аналогичная ситуация с интенсивностью изнашивания (таблицу).

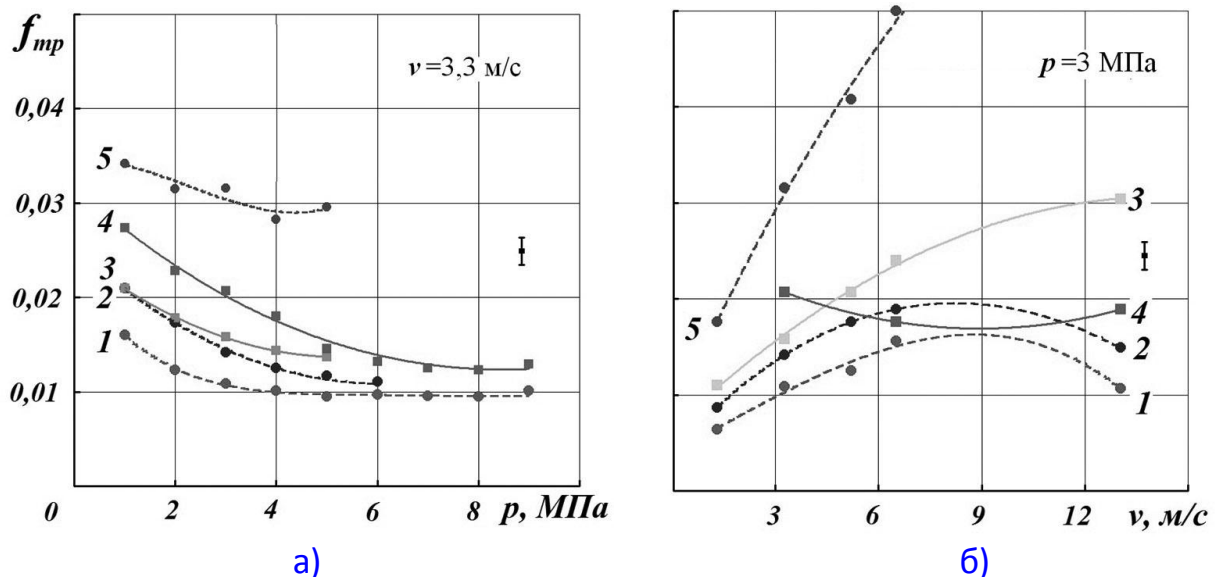


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения  $f_{тр}$  исследованных материалов от:  
 а) удельного давления  $p$  при скорости скольжения  $v = 3,3\text{ м/с}$ ;  
 б) скорости скольжения  $v$  при удельном давлении  $p = 3\text{ МПа}$ ;  
 1 – Б83(80%)+БрО10(20%); 2 – Б83 напыленный; 3 – БрО10 литая;  
 4 – Б83литой; 5 – БрО10 напыленная



ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013Интенсивность изнашивания и коэффициент трения  
исследованных материалов

Материал	Интенсивность изнашивания $I$		Коэффициент трения $f_{mp}$
	мкм/150 км	мкм/км	
Б83 литой	25,7	0,166	0,0201
Б83 напыленный	11,2	0,073	0,0141
БрО10 литая	8,2	0,053	0,0158
БрО10 напыленная	2,4	0,016	0,0316
Б83(80 % <sub>об</sub> ) + БрО10Ф1 (20 % <sub>об</sub> ) напыленный	4,8	0,033	0,0109
Примечание: $f_{mp}$ приведен для $p=3$ МПа и $v=3,3$ м/с.			

Причина пониженного коэффициента трения покрытия Б83 (80 %<sub>об</sub>) + БрО10Ф1 (20 %<sub>об</sub>), по нашему мнению, заключается в особой механофизике процесса трения этого материала. При малых удельных нагрузках контакт напыленного покрытия со стальным контртелом происходит главным образом через относительно твердые включения бронзы. Внешнее трение всегда сопровождают многочисленные физические и химические явления (деформационные, тепловые, электрические, адгезионные, различные хим. реакции и т.д.), которые, в нашем случае, обеспечивают образование на частицах напыленной бронзы слоя активной бронзовой (медной) пленки и ее фрикционно-механический перенос на контртело.

Увеличение удельной нагрузки приводит к вдавливанию «твердых» частиц бронзы в «мягкую» баббитовую основу и в этом случае процесс трения формируется в паре баббит - бронзовая пленка. Частицы бронзы выступают «донорами», поддерживающими слой меди на поверхности контртела. Трение при этом обусловлено комплексом процессов, сопутствующих «избирательному» переносу [3] совместно с особенностями трения пористого напыленного покрытия.

Разработанный антифрикционный материал имеет пониженный коэффициент трения как при малых скоростях трения, что характерно для бронз, так и при повышенных, что характерно для баббитов в сочетании с низкой интенсивностью изнашивания, т.е., объединены положительные триботехнические свойства оловянных бронз и баббитов.

*Библиографический список*

1. Чичинадзе, А.В. Берлинер Э.М., Браун Э.Д. и др. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника); под общ. ред. А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2003. 576 с.

2. Зернин, М.В., Яковлев А.В. К исследованию усталостной долговечности баббитового слоя тяжело нагруженных подшипников скольжения // Заводская лаборатория. Т. 63. №11. 1997. С. 39-47.

3. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безысность): учебник. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: МСХА, 2001. 616 с.

УДК 621.893

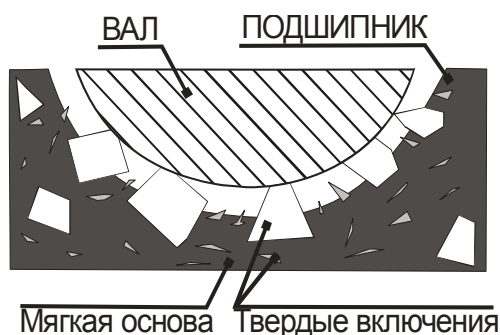
В.В. Илюшин, Б.А. Потехин, А.С. Христолюбов  
(V.V. Ilyshin, B.A. Potechin, A.S. Khristolyubov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Eketerinburg)

**НАПРАВЛЕНИЕ СОЗДАНИЯ СПЛАВОВ СКОЛЬЖЕНИЯ  
С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ  
(DIRECTION OF SLIDE ALLOY  
WITH THE INCREASE OF THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES)**

*Разработаны и исследованы бронзы с включениями мартенситно-старееющей стали глобулярной формы, которые упрочняются термической обработкой и способны деформироваться в холодном и в горячем состояниях.*

*Bronze with inclusions maraging steel of globular forms that heat-hardened and able to deform in the cold and in hot conditions are developed and investigated.*

Строение большинства антифрикционных сплавов, применяемых для изготовления подшипников скольжения, подчиняется принципу Шарпи, когда в пластичной основе, так называемой матрице, равномерно распределены твёрдые включения, на которые опирается контртело – вал (рисунок).



Принципиальная схема контактирования вала  
с подшипниковым материалом

Процесс трения для таких сплавов выглядит следующим образом: в ходе приработки мягкая матрица интенсивно изнашивается до выступания твердых кристаллов из общей массы, приработка заканчивается, когда контртело (вал, опорная пята) начинает полностью опираться на твердые частицы, которые обеспечивают высокую износостойкость антифрикционного материала. Мягкая основа при этом, изнашиваясь быстрее, образует сеть каналов (микрорельеф) между выступающими кристаллами, по которым циркулирует смазочный материал. Пластичная

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

основа (матрица) обеспечивает защитную реакцию (упругую либо пластическую деформацию и др.) всего подшипникового материала на изменение условий трения и хорошую прирабатываемость.

В «классических» антифрикционных сплавах твердые включения имеют неблагоприятную для прочностных свойств форму. Так, в оловянном баббите Б83 эти твердые включения - кристаллы интерметаллида SnSb, имеют форму куба, а в бронзе БрО10 - эвтектоид  $\alpha + \text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$  имеет остроугольную, сильно разветвленную форму. Такая форма твердых включений приводит к низкой технологичности сплавов скольжения – отсутствием возможности пластической деформации. При механическом нагружении формируются зоны высокой концентрации напряжений, что лишает эти сплавы как возможно достижимой прочности, так и пластичности.

На некоторых предприятиях практикуется повышение пластичности и соответственно технологичности бронзы БрО10 за счет гомогенизирующего отжига, который способствует растворению эвтектоида и уменьшению количества твердой составляющей в структуре. Исследование влияния температурной и деформационной обработок оловянной бронзы на ее структуру и коэффициент трения показали, что отжиг бронзы БрО10 приводит к повышению ее коэффициента трения в 2...4 раза по сравнению с коэффициентом трения этой же бронзой в литом, без какой-либо обработки, неравновесном состоянии [1].

В ходе проводимого ранее исследования свойств оловянных баббитов, на базе центробежного литья, нами разработан и апробирован метод кристаллизации турбулентно движущегося расплава баббита марки Б83 [2], который обеспечивает формирование интерметаллидов SnSb не кубической и остроугольной формы, как в стандартном баббите Б83, а глобулярной. Изменение формы твердых включений SnSb существенно улучшило технологические (повысилась пластичность), механические (повысилась усталостная прочность) и служебные (уменьшился коэффициент трения) свойства баббита Б83 [3, 4].

В настоящее время нами проводится комплексное исследование структурных и фазовых превращений в сплавах на медной основе, легированных Sn, Ni, Co, Fe, Al и др. элементами, с целью создания подшипниковых сплавов скольжения с повышенными технологическими свойствами и особо высокой удельной мощностью трения. Данная цель, может быть достигнута путем решения задачи глобулизации твердой фазы и нахождением путей управления свойствами антифрикционного сплава через легирование, термическую обработку, деформацию.

Разработаны и исследованы бронзы принципиально отличающиеся от «классической» бронзы БрО10 тем, что вместо хрупких интерметаллидов

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

содержат включения мартенситно-старееющей стали, упрочняющиеся дисперсионным твердением. Эти включения стали способны деформироваться как в холодном, так и в горячем состояниях, т. е., исследуемые бронзы могут применяться в деформированном состоянии, а не только в отливках как например БрО10.

Исследуемые бронзы имеют перспективы широкого применения, так как в разработанных «композиционных сплавах» посредством термической обработки можно изменять свойства отдельных структурных составляющих – матрицы (бронзы) и дендритов (мартенситно-старееющая сталь). Свойства сплава в этом случае являются суперпозицией свойств соответствующей бронзы и мартенситно-старееющей стали.

В целом проводимая работа направлена на повышение уровня унификации сплавов скольжения на медной основе, т. е. на создание бронзы, которая могла бы заменить уже известные. На примерах разработанных бронз, содержащих стальные дендриты округлой формы, твердость которых можно регулировать в широком диапазоне, нами показана возможность создания «универсального» сплава с удовлетворительным комплексом технологических, механических и высоких служебных свойств (низкий коэффициент трения, высокая износостойкость). По существу, мы создаем композиционный материал: бронза, армированная дендритами мартенситно-старееющей стали.

*Библиографический список*

1. Потехин Б.А., Измайлов Д.К., Христолюбов А.С., Илюшин В.В. Технология изготовления подшипников скольжения диффузионной сваркой // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. № 4. 2006. С. 33-35.
2. Патент 53947 RU, МПК В33D 7/04. Устройство для турбулентного перемешивания кристаллизующегося металла в процессе турбулентного литья / Б.А. Потехин, А.Н. Глущенко (RU). – 2005135247/22; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Урал. гос. лесотехн. универ.; заявл. 14.11.2005; публ. 06.10.06. Бюл. № 16. 7 с.
3. Потехин, Б.А., Глущенко А.Н., Илюшин В.В. Свойства баббита марки Б83 // Технология металлов. № 3. 2006. С. 17-22.
4. Потехин Б.А., Илюшин В.В., Христолюбов А.С. Технологические пути повышения прочности цветных сплавов с интерметаллидным упрочнением // Материалы XLVII Международной конференции «Актуальные проблемы прочности». Ч. 1. Н. Новгород, 2008. С. 272-274.

УДК 656.1(075.8)

В.В. Побединский, К.П. Асин,  
(V.V. Pobedinsky, K.P. Asin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ БАЗ  
(PROGRAM COMPLEX OF DESIGNING  
REPAIR-SERVING BASES)**

*Разработан программный комплекс для проектирования ремонтно-обслуживающих баз транспортных и технологических машин, а также для использования в учебном процессе по соответствующим специальностям.*

*A software package for design and repair - serving the base of transport and technological machines, as well as for use in teaching the relevant specialties.*

Технологическое проектирование ремонтно-обслуживающих баз (РОБ) является одной из самых ответственных задач, от правильного решения которой зависит вся дальнейшая эксплуатация парка техники и эффективность работы предприятия в целом. Многообразие условий эксплуатации, структуры предприятий и парка техники делает процесс разработки СТО и РТ методически сложным и трудоемким. Чтобы повысить качество результатов проектирования, необходима проработка множества альтернативных решений, что приводит к большому количеству вычислений и зачастую невозможности принятия наилучшего решения без автоматизации расчетов.

Целью настоящей работы являлось повышение качества и сокращение сроков проектирования ремонтно-обслуживающих баз транспортных и технологических машин, а также совершенствование учебного процесса путем использования автоматизированных средств проектирования.

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Для достижения этой цели решались следующие задачи [1]:

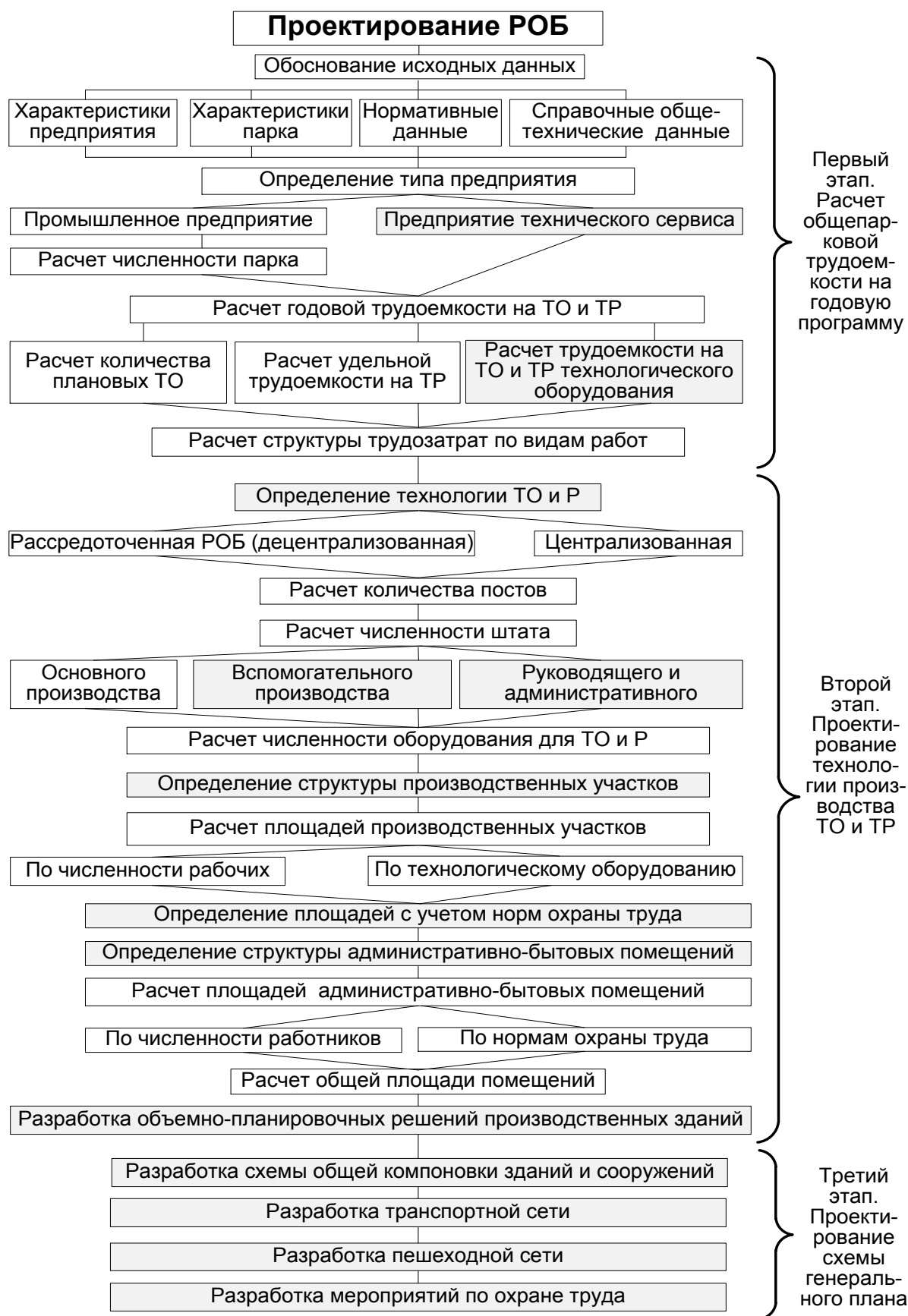
- разработка алгоритма проектирования РОБ (рисунок);
- реализация алгоритма в компьютерной программе на языке «Delphi»;
- обобщение норм проектирования [2, 3] производственных зданий и разработка структуры правил в компактной форме;
- разработка наиболее полной справочной системы в базе данных программы;
- разработка пользовательского интерфейса в соответствии с требованиями стандартов.

Проект, выполненный на кафедре СЭТТМ по разработке компьютерного комплекса «Проектирование РОБ» реализован в двух вариантах - для коммерческого использования и для применения в учебном процессе.

Одной из особенностей предложенной справочной системы является обобщение существующих норм, технической литературы и разработка в компактном виде всех нормативно определённых рекомендаций по проектированию производственных зданий для ТО и Р. Справочная система создана в виде базы данных и может заполняться пользователем. В зависимости от объема и содержания информации справочная система в комплексе с программой для проектирования может представлять собой обучающую систему, например по дисциплинам «Производственно-техническая инфраструктура сервисных предприятий», «Техническая эксплуатация транспортных и технологических машин» «Проектирование ремонтно-обслуживающих баз».

Программный комплекс, автоматизируя самые трудоемкие операции расчетов, позволяет делать вариантное проектирование и разрабатывать рациональные СТО и РТ, но наиболее эффективное его применение будет для организации оптимального проектирования, которое может выполняться на базе разработанной программы.

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**



Общая схема процесса проектирования системы технического обслуживания и ремонта техники

### Заключение

1. Разработанный и апробированный в учебном процессе УГЛТУ программный комплекс может использоваться для автоматизированного технологического проектирования СТО и РТ и разработки проектов ремонтно-обслуживающих баз автотранспортных, промышленных предприятий или предприятий технического сервиса.

2. Программный комплекс позволяет выполнять многовариантное проектирование и, при соответствующей постановке задачи, может быть использован для оптимального проектирования РОБ.

### Библиографический список

1. Побединский В.В., Асин К.П. Автоматизированное проектирование ремонтно-обслуживающих баз // Автотранспортное предприятие. М.: Минтранс России, НПП Транснавигация, 2012. № 11. С. 30-36.

2. ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта / Утв. протоколом концерна Росавтотранс от 07.08.91. –М.: Гипроавтотранс, 1991. 184 с.

3. Положение о техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования лесозаготовительной промышленности. Химки: ЦНИИМЭ, 1990. 273 с.

УДК 656.1(075.8)

В.В. Побединский, Н.В. Рябкова  
(V.V. Pobedinsky, N.V. Ryabkova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ (THE THEORY OF FUZZY SETS IN THE TECHNICAL OPERATION OF CARS)

*Разработан и реализован в системе MatLab математический аппарат нечеткого вывода корректирования режимов технического обслуживания автомобилей.*

*Developed and implemented in the MatLab mathematical apparatus of fuzzy logic correction modes of maintenance vehicles.*

Теория нечетких множеств (ТНМ), появившаяся в 70-х годах за рубежом, на сегодня в теоретическом плане является самостоятельным



ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

разделом математики, приложений теории автоматического управления, искусственного интеллекта и других областей, а в практическом получила развитие в массовом производстве изделий с управлением на нечеткой логике. Задачи, решаемые в технической эксплуатации, по физическому содержанию, специфике исходных данных, характеру информации, методам решений в полной мере соответствуют ТНМ. В настоящей работе предложен подход корректирования нормативных данных периодичности ТО-2 методами нечеткого вывода, одного из приложений теории нечетких множеств [1].

В существующей планово-предупредительной системе периодичность и трудоемкость ТО и ТР подвижного состава корректируются с помощью коэффициентов в зависимости от следующих условий [2]: категории условий эксплуатации  $K_1$ ; модификации подвижного состава и организации его работы  $K_2$ ; природно-климатических условий эксплуатации  $K_3$ ; пробега с начала эксплуатации  $K_4$ ; размеров АТП и числа совместимых групп парка  $K_5$ .

Результирующий коэффициент корректирования нормативов определяется как произведение отдельных коэффициентов для следующих показателей: периодичности; ресурса (пробега до КР) и расхода запасных частей; трудоемкости; удельной трудоемкости ТР. Числовые значения коэффициентов  $K_i$  корректирования нормативов приведены в [2].

Не вдаваясь в детальное описание формальных математических аспектов этой теории (более подробное изложение этой теории можно найти в [3]), перейдем непосредственно к формализации задачи нечеткого вывода, в первую очередь включающей определение функций принадлежности для входных и выходных параметров.

Определим нечеткие функции принадлежности периодичности,  $L'_{ТО-i}$ , ТО через нормативный пробег  $L_{ТО-i}$ , которая в четкой постановке задачи корректируется по формуле

$$L'_{ТО-i} = L_{ТО-i} K_1 K_3. \quad (1)$$

На рис. 1а, 1б показаны функции принадлежности входных переменных в виде треугольных нечетких чисел и трапециевидальных интервалов, а на рис. 1в приведена нечеткая функция выходной лингвистической переменной «Периодичность ТО-2». В качестве обозначений лингвистических переменных для предложенных функций приняты следующие значения [2]: условия эксплуатации по – от I до V; климатические условия эксплуатации – по первым буквам обозначения климатического района: У-ТВ – умеренно-теплый влажный; Ж-Х – жаркий-холодный, ОХ – очень холодный; функции принадлежности периодичности: Н – нормативное значение; НС – незначительное снижение; СС – среднее снижение; БС – большое снижение; МС – максимальное снижение.

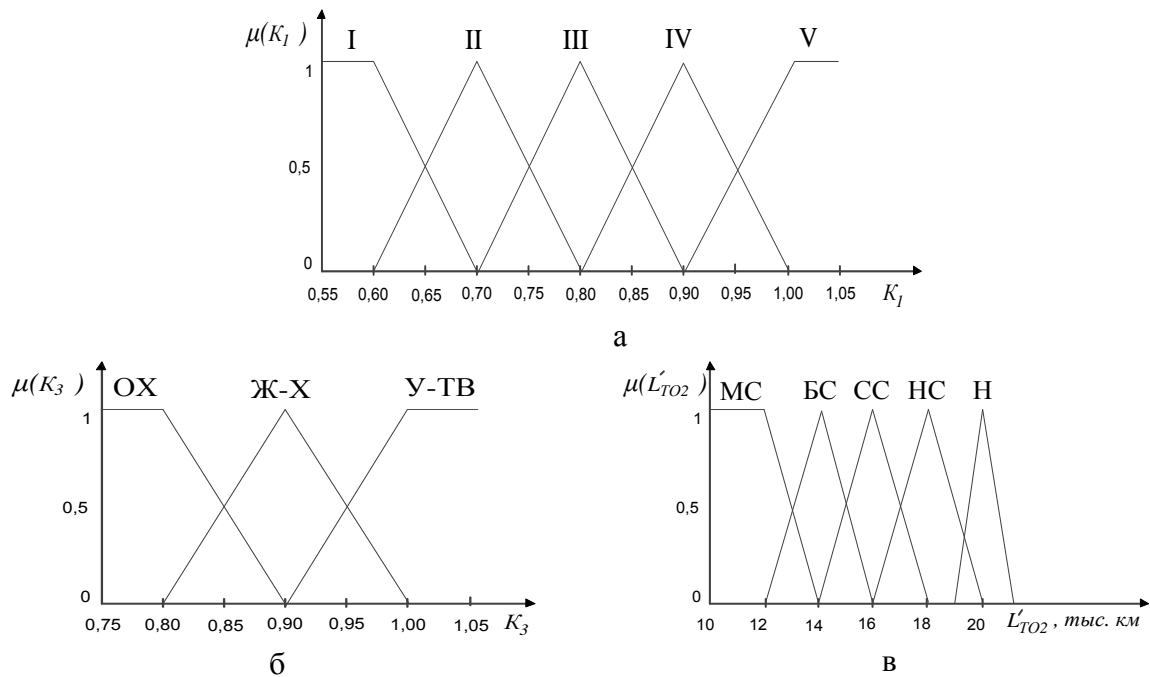


Рис. 1. Нечеткие функции принадлежности лингвистических переменных  
а – «Категория условий эксплуатации»; б – «климатические условия эксплуатации»;  
в – «периодичность ТО-2»

В терминах теории нечетких множеств, лингвистические переменные определены терм-множествами со следующими значениями:

- «условия эксплуатации» {I, II, III, IV, V};
- «климатические условия эксплуатации» {У-ТВ, Ж-Х, ОХ};
- «периодичность ТО-2» {Н, НС, СС, БС, МС}.

Будем полагать, что терм-множества значений лингвистических переменных представлены треугольными нечеткими числами, а на границах области определения трапецидальными нечеткими интервалами (рис. 1).

Для выполнения нечеткого вывода была разработана база правил нечеткой продукции. Изложенная формальная постановка задачи нечеткого вывода была реализована в среде FIS Editor приложения MatLab [4]. В данном случае использовался алгоритм по известной [3] методике: 1) фаззификация (введение нечеткости); 2) формирование базы правил нечеткой продукции; 3) нечеткий вывод; 4) дефаззификация (приведение к четкости); 5) получение конечной функции нечеткого вывода (рис. 2).

Аналогично может быть построен нечеткий вывод для функции трудоемкости ТО, ресурса и удельной трудоемкости текущего ремонта.

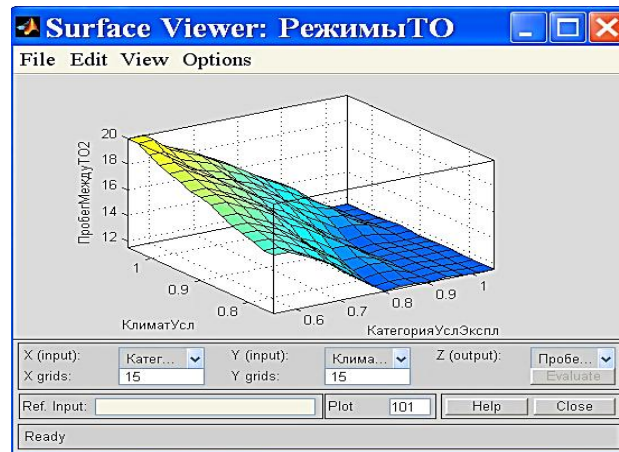


Рис. 2 – Функция нечеткого вывода периодичности ТО-2 в среде FIS Editor приложения MatLab

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработка нормативных данных с привлечением статистических методов является чрезвычайно трудоемким и недостаточно корректным подходом. Для такого класса задач в наибольшей мере подходит аппарат нечетких множеств.

2. Полученные в результате нечеткого вывода функции являются более корректными математически, более точными, не требуют экстраполяции промежуточных значений, могут использоваться в дальнейшем для прогнозирования значений в сторону увеличения, а также в любых имитационных моделях для управления технической готовностью парка машин.

3. Предлагаемые функции управления периодичностью, построенные на основе нечеткого вывода, учитывают необходимые условия эксплуатации, являются непрерывными, в отличие от существующей системы коэффициентов в табличной форме, и могут использоваться в общей нейросетевой модели управления технической готовностью парка машин.

#### *Библиографический список*

1. Побединский В.В., Рябкова Н.В. Нечеткий вывод режимов технического обслуживания автомобилей / Автотранспортное предприятие, № 9. М.: Минтранс России, НПП Транснавигация, 2012. С. 38-42.

2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Минавтотранс, РСФСР. М.: Транспорт, 1987. 197 с.

3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2009. 798 с.

4. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com) / MATLAB® & Simulink® Release Notes for R2008a [Электронный ресурс].

УДК 676.012.1-50

В.П. Сиваков, Т.В. Загребина, Е.Г. Кучумов  
(V.P. Sivakov, T.V. Zagrebina, E.G. Kuchumov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterininburg)

**МЕСТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И НАПРЯЖЕНИЯ В СТЕНКАХ  
ВАРОЧНОГО КОТЛА НА ОПОРАХ СТОЕК**  
(LOCAL FLUCTUATIONS AND VOLTAGE IN THE WALLS OF THE  
BOILER ONTO THE SUPPORT RACKS AIRBAG)

*От динамических сил в местах опор возбуждаются колебания обечайки котла. Получена формула для расчета собственных частот колебаний обечайки котла под опорой.*

*From dynamic forces in ground poles are excited oscillations of the boiler shell. Received the formula for calculating natural frequencies fluctuations of the sidewall of the boiler under the building.*

Корпуса варочных котлов опираются на стойки рамы (рисунок). Толщина стенки лапы, контактирующей с обечайкой котла, в 1,7...2,0 раза больше толщины обечайки аппарата.

Обечайку можно рассматривать как гибкую тонкостенную оболочку, опирающуюся на недеформируемую жесткую лапу. Лапы привариваются к нижней сфере или нижнему конусу котла.

В стенках котлов на участках присоединения лап возникают местные напряжения, значительно превышающие напряжения на других участках котлов. Кроме того, приваренные лапы являются концентраторами напряжений.

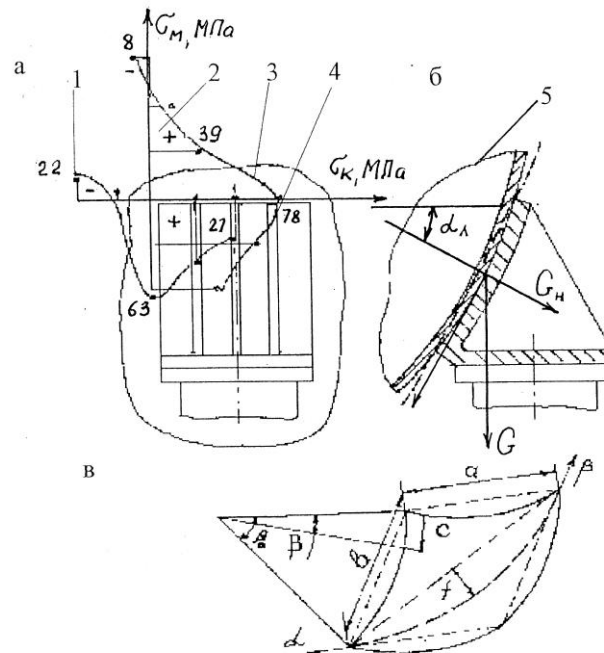
При исследовании напряженного состояния стенок в местах опирания [1, 2] в переходных режимах работы котлов обнаружены высокочастотные колебания.

Переходные режимы в котлах обусловлены изменением массы загружаемого сырья, давления и температуры. В ряде случаев за короткий промежуток времени эти параметры изменяются в 6..10 раз, например, при выдувке массы из котлов по окончании варки целлюлозы.

При измерении напряжений тензорезисторы крепились контактной сваркой к обечайке котла с ориентацией в кольцевой и меридиональной плоскостях опор (рисунок, а). Напряжения регистрировались на каждом этапе изменения технологического режима варки за весь ее цикл. При загрузке котла щепой и варочным раствором происходит увеличение уровня сжимающих напряжений около опоры (рисунок, б) По мере удаления от опоры напряжения сжатия снижаются, а затем становятся растягивающими. На внутренней поверхности обечайки по периметру опорной лапы

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

возникают растягивающие напряжения. Обечайка деформируется, соединение обечайки и лапы приобретает форму, показанную на рис., б (штриховая линия).



Схемы участка корпуса над опорой:

а - эпюры напряжений; б - формы изменения кривизны; в - фрагмент сферической оболочки; 1- эпюра меридиональных напряжений; 2 - то же кольцевых напряжений; 3 - участок корпуса; 4 - опорная лапа; 5 - линия деформации обечайки

В переходных режимах работы аппарата (выдувка массы, перепуск варочного раствора, сдвук парогазовой смеси, подъем давления) отмечена вибрация в местах опорных лап в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 1000...2000 Гц. В сферической обечайке от действия внешних динамических сил возбуждаются колебания на собственных частотах. Для исследования собственных колебаний обечайку под опорной лапой (рис 1.1в) можно рассматривать как сегмент сферической оболочки, опирающейся по периметру сварного шва. Для тонкостенных обечаек жесткость в срединной плоскости больше жесткости в направлении нормали [3]. По этой причине рассматриваются только изгибные колебания оболочки

$$X=Y=0; Z = \rho S \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}, \quad (1)$$

где  $X, Y$  – тангенциальные составляющие давления от сил инерции в срединной поверхности оболочки;  $Z$  - нормальная составляющая сил инерции;  $\omega$  - прогиб оболочки по нормали;  $S, \rho$  - толщина и плотность материала оболочки.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Рассмотрим гармонические колебания оболочки, при которых прогиб может быть представлен в виде

$$\omega = \omega(x, y) \sin \omega t. \quad (2)$$

Поперечные колебания пологих оболочек исследованы в (3) и описываются следующими уравнениями:

$$D\nabla^4 \omega + \nabla_k^2 \varphi + \rho S \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} - q = 0; \quad (3)$$

$$\frac{1}{ES} \nabla^4 \varphi + \nabla_k^2 \omega = 0, \quad (4)$$

где  $D$  – определитель устойчивости;  $\nabla^4, \nabla_k^2$  – операторы;  $\varphi$  – функция напряжения;  $k$  – кривизна поверхности оболочки;  $q$  – фиксированная поперечная нагрузка на направление нормали к изогнутой поверхности оболочки.

Для тонкостенной оболочки приближенно можно принять [2, 4]

$$D = ES^3 / [12(1 - \mu^2)]. \quad (5)$$

Для малых прогибов операторы имеют вид:

$$\nabla^4 = \frac{\partial^4}{\partial \alpha^4} + 2 \frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4}{\partial \beta^4}; \quad (6)$$

$$\nabla_k^2 = \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( k_1 \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left( k_2 \frac{\partial}{\partial \beta} \right), \quad (7)$$

где  $k_1, k_2$  – кривизна поверхностей оболочки в направлениях соответственно  $\alpha$  и  $\beta$ ;  $\alpha, \beta$  – координатные линии соответственно вдоль меридиональной и кольцевой кривизны оболочки.

При  $q=0$  из уравнений (3) и (4) определяются собственные частоты оболочки.

Решение уравнений (3) и (4) для первого тона собственных колебаний, шарнирно опирающегося по периметру фрагмента сферической оболочки, имеет вид (1, 2),  $c^{-1}$ :

$$\omega_{mn} = \sqrt{\frac{1}{\rho S} \left[ D(\lambda_n^2 + \lambda_m^2)^2 + \frac{ES}{R^2} \right]}, \quad (8)$$

где  $\lambda_n = n\pi/a$ ;  $\lambda_m = m\pi/b$ ;  $a, b$  – размеры лапы;  $R$  – радиус сферы.

При  $m=n=1$   $\lambda_n = 1\pi/a$ ;  $\lambda_m = 1\pi/b$ .

Например, для котла КВС и-320 при  $\rho=7,85 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $S=2,7 \cdot 10^{-2}$  м,  $E=2,1 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>;  $R=3$  м;  $\mu=0,3$ ;  $a=0,72$  м;  $b=0,92$  м по (8) имеем  $\omega_{mn} = 2140$  Гц.

*Библиографический список*

1. Сиваков В.П., Кучумов Е.Г., Музыкантова В.И., Загребина Т.В. Исследование местных напряжений а обечайке варочного котла под

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

опорами // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: межвуз. сб. науч. тр. С.-Пб.: СПбГТУРП, 1998. С. 95-99.

2. Сиваков В.П., Кучумов Е.Г., Музыкантова В.И., Загребина Т.В. Собственные колебания обечаек варочных котлов под опорами // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: межвуз. сб. науч. тр. С.-Пб.: СПбГТУРП, 1998. С. 76-80.

3. Безухов Н.И., Лужин О.В., Колкунов Н.В. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.

4. Сиваков В.П. Свободные колебания тонкостенных аппаратов в местах опирания на стойки фундамента // Виброакустические процессы в технологиях, оборудовании и сооружениях отраслей лесопромышленного комплекса: материалы науч.-техн. семинара. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. С. 109-115.

УДК 676.012.1-50

В.П. Сиваков, О.Б. Пушкарева  
(V.P. Sivakov, O.B. Pushkareva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterininburg)

**ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ НА ОБОЛОЧЕЧНЫЕ  
ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОТЛОВ  
(INFLUENCE OF CYCLIC CHANGES IN EXTERNAL LOAD  
ON THE CLADDING VAPOR VARIATIONS OF BOILERS)**

*Исследованы оболочечные осесимметричные колебания котлов от изменений температуры и давления. Получены расчетные уравнения и графики для определения собственных частот оболочечных колебаний котлов.*

*Shell-like vapor variations are investigated boilers from changes in temperature and pressure. Received equalizations and graphs for determination of natural frequencies of shell boilers fluctuations.*

При периодической варке целлюлозы циклически изменяются давление и температура. Циклы изменения этих параметров обусловлены графиком варки и занимают по времени 10...120 мин. Более короткую

периодичность имеет циклическая пульсация давления в варочных котлах (ВК) непрерывной варки целлюлозы. Импульсы давления повторяются в тракте загрузочной циркуляции с циклическостью выгрузки каналов питателя высокого давления.

Местные проявления циклических изменений давления и температуры характерны для зон ввода в ВК варочных растворов от системы циркуляции и подогрева. Циклические изменения температуры и внутреннего давления в котле и трубах сопровождаются осесимметричными колебаниями обечайки [1].

На внутреннюю поверхность обечайки ВК действует кольцевая нагрузка (рис. 1).

$$F = F_c + F_a \cos \omega t, \quad (1)$$

где  $F_c$  – постоянная составляющая давления;  $F_a$  – амплитуда переменной составляющей давления;  $\omega$  – частота пульсации давления.

В эксплуатационных условиях температурное поле обечайки изменяется таким образом, что для любого слоя на расстоянии  $r$  от оси обечайки температура равна

$$T(r, t) = T_c(r) + T_a(r) \sin \omega_T t, \quad (2)$$

где  $T_c(r)$  и  $T_a(r)$  – постоянная составляющая и амплитуда переменной в слое обечайки, определяемой радиусом  $r$ ,  $\omega_T$  – частота изменения температуры.

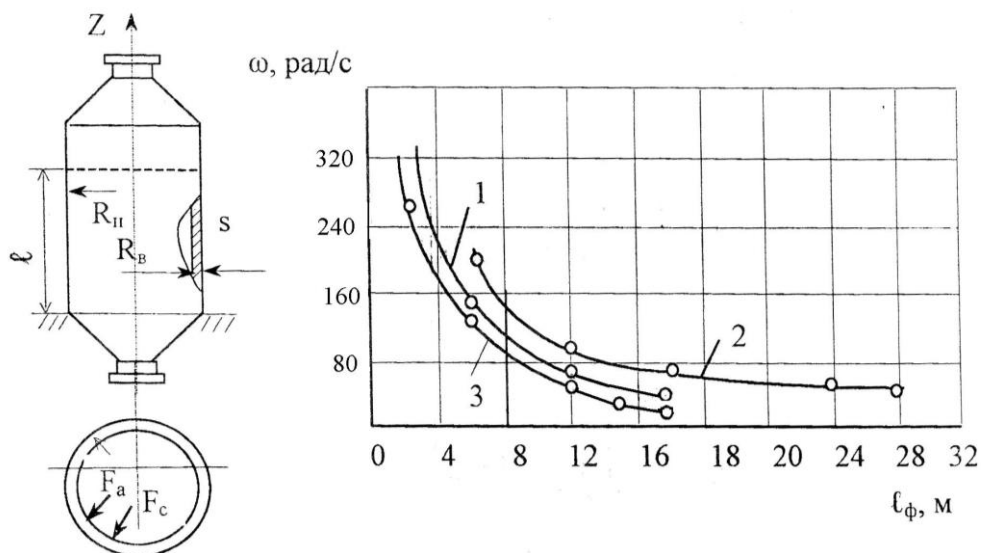


Рис. 1. Схемы к расчету низшей собственной частоты оболочечных колебаний котла:  
а) корпус ВК; б – кольцевое сечение корпуса; в – графики зависимости оболочечных колебаний



ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

от уровня заполнения суспензией; 1 – котла КВС и -320 при вводе в эксплуатацию; 2 – то же с учетом износа за период эксплуатации; 3 – установки непрерывной варки Архангельского ЦБК при вводе в эксплуатацию

Пропорционально температуре изменяется модуль упругости каждого слоя обечайки, что является источником колебаний обечайки, описываемых уравнением

$$\frac{d^2U}{dt^2} + \omega_1^2 \left( 1 - \frac{\Omega_2}{\Omega_1} \sin \omega t \right) U = \frac{P_2}{m} \sin \omega t, \quad (3)$$

где  $U$  – радиальное перемещение обечайки,  $\omega_1^2 = \Omega_1 / (mR)$  – собственная частота оболочечных колебаний обечайки при  $T_c(r)$  во второй степени;  $m = \rho_0 (R_B - R_H) / g$  – погонная масса;

$$\Omega_1 = \int_{R_B}^{R_H} E_C(r) d(r); \quad \Omega_2 = \int_{R_B}^{R_H} E_a(r) d(r);$$

$R_B, R_H$  – соответственно внутренний и наружный кольцевые радиусы обечайки;

$E_C(r)$  и  $E_a(r)$  – постоянная составляющая и амплитуда составляющей модуля упругости в слое обечайки, определяемой радиусом  $r$ .

Резонансные оболочечные колебания обечайки имеют место при

$$\omega = 2\omega_1/k,$$

где  $k=1, 2, 3, \dots$  – коэффициент кратности.

Уравнения осесимметричных оболочечных колебаний обечайки ВК, заполненного варочной суспензией, без учета затухания имеют вид [1]:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \alpha^2} = \frac{(1 - \nu^2) \rho_0 R_B^2}{E} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \nu \frac{\partial \omega}{\partial \alpha}, \quad (4)$$

$$C^2 \frac{\partial^4 U}{\partial \alpha^4} = -\nu \frac{\partial U}{\partial \alpha} - \omega = \frac{(1 - \nu^2) \rho_0 R_B^2}{E} \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{(1 - \nu^2)}{ES} F(z, t), \quad (5)$$

где  $\alpha = z/R_0$ ;  $C^2 = S^2 / (12R_B^2)$ ;  $\nu, \rho_0, E$  – коэффициент Пуассона, плотность, модуль упругости материала обечайки;  $z$  – расстояние от опор корпуса ВК в вертикальном направлении;  $S$  – толщина обечайки;  $(z, t)$  – компонента вынужденной силы, действующей на обечайку, равная силе давления суспензии на внутреннюю стенку при вынужденных колебаниях.

Решение уравнений (4) и (5) исследовано в [2]. Установлено, что частоты осесимметричных колебаний оболочек (без учета влияния волновых перемещений суспензии) выражаются зависимостью

$$\omega^2 = \frac{E}{(1-v^2)\rho R_B^2} \frac{\beta_k^2 c^2 + 1 - v^2}{1 + \frac{1}{\beta_k} \frac{R_B}{S} \frac{\rho}{\rho_0} \frac{I_0(\beta_k)}{I_1(\beta_1)}}, \quad (6)$$

где  $\beta_k = (2k-1)\pi R_B / (2\ell)$ ;  $k$  – номер колебаний;  $I_0(\beta_k)$ ,  $I_1(\beta_1)$  – соответственно модифицированные функции Бесселя нулевого и первого порядка.

Анализ (6) показывает, что моментный член  $\beta_k^4 c^2$  для первого тона колебаний всегда мал по сравнению с  $(1-v^2)$  и им можно пренебречь. Упрощенная формула для расчета первого тона частоты осесимметричных оболочечных колебаний обечайки запишется в виде

$$\omega = \sqrt{E\beta_1^2 S / 2R_B^3 \rho}. \quad (7)$$

Для расчета частоты осесимметричных оболочечных собственных колебаний цилиндрической обечайки, наполненной суспензией менее чем на высоту  $\ell$ , т.е.  $\gamma = \ell_\phi / (2R_B)$ ;  $\ell_\phi < \ell$ , можно использовать формулу (7) принимая длину оболочки равной глубине заполнения  $\ell_\phi$ .

#### *Библиографический список*

1. Сиваков В.П., Бровин Н.А. Вибрация установок варки целлюлозы // Виброакустические процессы в оборудовании целлюлозно-бумажных производств / Под. ред. В.Н. Старжинского, А.А. Санникова. – Екатеринбург: УГЛТА, 1995. С. 135-141.
2. Безухов Н.И., Лужин О.В., Колкунов Н.В. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.

УДК 744.425:378.09

Н.Н. Черемных  
(N.N. Cheremnyh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА АКУСТИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ  
В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

## (FEATURES CALCULATION OF THE ACOUSTIC EFFICIENCY OF SOUND ABSORPTION IN THE WOOD)

*На примере анализа технологических планировок основного рамного оборудования лесопильных цехов рассмотрены особенности расчета акустической эффективности при использовании эффекта звукопоглощения.*

*The peculiarities of the acoustic efficiency's calculation using the effect of absorption are considered the example of technological planning analysis of the main frame of wood-sawing plants equipment.*

Были проанализированы конструкции и технологические планировки типовых лесопильных цехов на предмет акустической обработки помещения. Для случая облицовки только потолка плитами на отnose воспользуемся формулой М.П. Чижевского и Н.Н. Черемных для определения эффективности данного мероприятия, дБ

$$\Delta L = 10 \lg \frac{(1,5 + \alpha_k) + 3,7 \frac{\alpha_k}{\mu}}{2,5 - \alpha_k}, \quad (1)$$

где  $\alpha_k$  – реверберационный коэффициент звукопоглощения конструкции;  
 $\mu$  – частотный множитель (зависит от частоты и объема помещения).

Расчет проведем для типового лесопильного цеха объемом  $V = 7800 \text{ м}^3$  (проект 411-2-36/70) и оформим в виде таблицы (здесь частота 32Гц для нас не представляет интереса, поэтому в таблице отсутствует)

По формуле (2) определим уровни звука в дБА

$$L_A = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i + K_A)}, \quad (2)$$

где  $L_i$  – октавные уровни звукового давления, (измеренные в строке 9, ожидаемые в строке 10);

$K_A$  – коррекция октавных уровней по частотной характеристике  $A$  шумомера в дБ. Для среднегеометрических частей октавных полос (63-8000 Гц) она соответственно равна: -26; -16; -9; -3; 0; 1; 1; -1.

Для строки 9 величина  $L_A = 94$ ; для строки 10 –  $L_A = 88$  дБА.

Таким образом, эффективность облицовки составляет 6 дБА.

Определяемая величина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Значение $\alpha_k$	0,1	0,25	0,68	0,91	0,93	1	0,9	0,87
Значение $\mu$ при $V=7800 \text{ м}^3$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
$1,5 + \alpha_k$	1,6	1,75	2,18	2,41	2,43	2,5	2,4	2,37
$3,7 \frac{\alpha_k}{\mu}$	0,74	1,85	4,67	4,81	3,44	2,31	1,11	0,567
Числитель в формуле (1)	2,34	3,6	6,85	7,22	5,87	4,81	3,51	2,91
Знаменатель в формуле (1)	2,4	2,25	1,81	1,59	1,57	1,5	1,6	1,63
$\frac{(1,5 + \alpha_k) + 3,7 \frac{\alpha_k}{\mu}}{2,5 - \alpha_k}$	0,975	1,6	3,78	4,55	3,74	3,22	2,19	1,78
$\Delta L$ по формуле (1)	-	2	5,8	6,6	5,7	5,1	3,4	2,5
Измеренные уровни звукового давления, дБ	90	89	87	89	89	84	85	81
Ожидаемые уровни звукового давления (9 строка минус 8 строка)	90	87	81	82	83	73	81	79

УДК 621.822.6

Л.А. Шабалин, С.А. Старцев  
(L.A. Shabalin, S.A. Starcev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**К ВОПРОСУ О РАСЧЕТАХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ  
ПОДШИПНИКОВ В МЕХАНИЗМАХ ПОВОРОТА**  
(TO THE THEME ABOUT CALCULATIONS OF LONGEVITY OF  
BEARINGS IN THE MECHANISMS OF TURN)

*Применение новой методики расчета дает лучшую сходимость расчетного и фактического ресурса подшипников качения в механизмах поворота.*

*Application of new method of calculation gives more near to actual resource of bearings.*

В конце 80-х годов прошлого столетия Всесоюзный научно-исследовательский институт подшипниковой промышленности (ВНИИПП СССР) выпустил руководящие материалы по оценке расчетной долговечности подшипников качения для различных конструктивных схем нагружения и условий работы подшипников. Институтом были предложены универсальные расчетные зависимости, учитывающие частоту вращения колец, характер их нагружения радиальными, осевыми, радиально-осевыми усилиями как при стационарных, так и при нестационарных режимах нагружения. Кроме того, предложенная методика давала оценку точности расчета с определенной вероятностью.

Все высшие и средние учебные заведения, где готовятся механики и конструкторы, а также большинство машиностроительных предприятий постепенно перешли на рекомендованные ВНИИППом руководящие материалы.

Однако на ряде машиностроительных предприятий все еще пользуются устаревшими методиками, которые дают завышенную расчетную долговечность, тогда как на практике ресурс подшипников оказывается меньшим.

Сказанное относится к одному из машиностроительных предприятий, выпускающему малыми и большими партиями уникальную технику.

ВНИИППом была предложена универсальная формула расчета долговечности подшипников в часах

$$L_h = a_1 a_{23} \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C}{P_y} \right)^k, \quad (1)$$

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

в которой динамическая грузоподъемность  $C$  принималась (после 1983 г.) по каталогам завышенной на 20...30%, а эквивалентная расчётная нагрузка

$$P_э = (XVF_r + YF_a)K_бK_m \quad (2)$$

учитывает ( $V$ ), какое из колец (внутреннее или наружное) вращается, соотношение между радиальной ( $F_r$ ) и осевой ( $F_a$ ) нагрузками, динамический характер нагружения ( $K_б$ ) и температуру работы подшипника ( $K_m$ ).

Более того, в новой методике при наличии радиальных ( $F_r$ ) и осевых ( $F_a$ ) нагрузок впервые предлагалось не учитывать осевое усилие, если его отношение  $F_a/(VF_r) \leq e$ , где  $e$  – «порог» чувствительности подшипника к осевой нагрузке (коэффициент приводится в справочниках для каждого типоразмера подшипника). То есть небольшая осевая нагрузка ( $F_a$ ) «полезна» для подшипников.

В новых руководящих материалах приведены и значения коэффициентов  $X$  и  $Y$  приведения радиальной и осевой нагрузок к эквивалентной с учетом вращения внутреннего ( $V = 1$ ) или наружного ( $V = 1,2$ ) колец.

Уточнены и значения коэффициентов  $K_б$  и  $K_m$ , а также введены новые коэффициенты:  $a_1$  – точность расчета ( $a_1 = 1$  для 90 % вероятности расчёта) и  $a_{23}$  – учитывает материал элементов подшипника и условия эксплуатации, который принимается  $a_{23} \leq 1$  (имеются точные рекомендации для каждого типа подшипника). Однако, по нашему мнению, этот коэффициент в большей степени учитывает неоправданные, ни кем не подтвержденные, завышенные после 1983 г. статические и динамические грузоподъемности отечественных подшипников.

Следует отметить как в новой, так и в старой методиках расчета для подшипников с частотой вращения 1...10 мин<sup>-1</sup>, в формулу (1) рекомендуется ставить частоту вращения 10 мин<sup>-1</sup>.

Что касается конкретного завода, где в ряде серийных машин применяется механизм поворота с частотой вращения выходного звена от 1 до 6 мин<sup>-1</sup>, то подстановка в формулу (1) фактической частоты вращения ( $n$ ) даёт в два-три раза завышенный расчетный ресурс, а подстановка новых (завышенных) значений динамической грузоподъемности, например на 20 %, «поднимает» дополнительно расчетную долговечность шариковых или роликовых подшипников соответственно в 1,7 и 1,8 раза.

Сказанное подтверждается недостаточной долговечностью подшипников качения выходных валов редукторов механизмов поворота машин, выпускаемых упомянутым выше заводом. Нами, для примера, были выполнены сравнительные расчеты для двух роликовых конических подшипников № 7612А и № 7616А, установленных на выходном валу редуктора поворота платформы ремонтной машины, у которых расчетные долговечности по заводской методике составляли соответственно 3200 и 6100 часов, тогда как при расчетах по новой методике (при одинаковой

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

динамической грузоподъемности С) расчетная долговечность составляет всего 963 и 1836 часов, что близко к их эксплуатационному ресурсу.

Таким образом, применение уточненной редакции методики расчетов подшипников качения механизмов поворота дает более точную оценку их безотказной работы, что позволяет с достаточной вероятностью назначать срок службы механизмов, в которых применены подшипники качения.

УДК 630.3: 625.14

М.В. Шавнина, А.П. Паньчев, Т.А. Полуяктова  
(M.V. Shavnina, A.P. Panychev, T.A. Poluyaktova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### **ТРИ ВОПРОСА О НАЗЕМНОМ КРАНОВОМ ПУТИ (THREE QUESTIONS ABOUT GROUND CRANE PATH)**

*Рассмотрены вопросы по действующей нормативной базе на наземные крановые пути.*

*The questions on the existing regulatory framework for terrestrial crane track.*

Вопросы о недостатках уязвимости действующей нормативной базы на крановые пути не раз уже поднимались специалистами в области грузоподъемного оборудования [1]. Рассмотрим некоторые из них:

1. В РД 10-117-95 и РД 50:48:0075.01.05 изложена методика определения упругой просадки наземного кранового пути, в которой подробно обозначены условия проведения измерений [2]. Возникает вопрос, с какой периодичностью необходимо измерять упругую просадку? Почему измерения проводятся только в первый год эксплуатации (один раз в три месяца) и при дополнительных проверках (когда возникают особо неблагоприятные условия)? В нормативных документах мы нигде не встречаем указаний о необходимости проведения таких измерений после года эксплуатации крановых путей. Чем длительнее эксплуатируется крановый путь, тем больше возникает дефектов и неисправностей, которые должны быть вовремя выявлены для принятия соответствующих мер по ремонту. Очевидно, что упругую просадку необходимо проверять один раз в шесть месяцев после года эксплуатации совместно с проверкой высотного положения рельсовых нитей. Ведь проверка высотного положения рельсовых нитей без нагрузки (один раз в шесть месяцев – это условие оговорено в нормативных документах) может дать совершенно иную картину состояния кранового пути. При приложении нагрузки кран двигается совсем по иному профилю. Исключив измерение упругой

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

просадки совместно с проверкой высотного положения рельсовых нитей после года эксплуатации, не позволяют выявить существующие неисправности кранового пути (в некоторых местах возникает необходимость дополнительного уплотнения балластной призмы и т.д.). Также вызывают сомнения по условиям проведения геодезических измерений упругой просадки – через 5 м при количестве контрольных точек не менее пяти [3]. Почему через пять метров, а не через три или два? И какую точку необходимо принимать за исходную для проведения измерений? Ведь от этого будет зависеть полученный результат. Не четко звучит условие «...контрольных точек должно быть не менее пяти...». На практике, в связи с трудоемкостью данных геодезических измерений и будут использовать только пять контрольных точек, не более.

2. Аналогичные вопросы возникают при геодезических измерениях вертикального профиля кранового пути без нагрузки. Как взаимосвязаны выбор исходной точки измерения и полученные результаты измерений? Достаточно ли для получения достоверной картины состояния кранового пути принимать расстояние между точками наблюдений 5 м? Понятно, что более точные измерения будут получены при расстоянии между точками наблюдений 3, 2 и 1 м на протяжении всей рабочей зоны. В нормативных документах не оговорено условие выбора исходной точки измерения, геодезист определяет ее сам. Отсюда возможные расхождения в результатах измерений и неправильное заключение о состоянии кранового пути.

3. Еще один вопрос. Возьмем условие из РД 50:48:0075.01.05 - расстояние по осям полушпал следует принимать не менее 500 мм и не более 1000 мм (п. 3.3. Рекомендации по верхнему строению наземного кранового пути). Почему именно такое расстояние и как оно определено? Вероятнее всего оно взято из СНиПа 32-01-95 «Железные дороги колеи 1520 мм» (число шпал должно назначаться из расчета не менее 1840 шт./км, а на главных путях - 2000 шт./км) [4]. Но данное условие определено прежде всего к железнодорожным путям, где расчеты ведутся в зависимости от грузонапряженности пути и размер колеи составляет 1520 мм. Как нам известно, расстояние между рельсами башенного крана - 6 м, пролет козлового крана – 32 м. Может быть для крановых путей необходимо определить другое условие укладки полушпал?

Почему так часто обращаемся к железнодорожному опыту? Для ответа на данный вопрос можно взять один из нормативных документов на железнодорожные пути, например, альбом чертежей верхнего строения железнодорожного пути, разработанный проектно-технологическим конструкторским бюро Главного Управления Министерства путей сообщения РФ в 1996 г., и сравнить с существующим руководящим документом либо ГОСТом на крановые пути. И станет ясно, из каких первоисточников из года в год переписываются нормативные документы на крановые пути.



*Библиографический список*

1. Голенищев А.В., Щевелев Ю.С. Грузоподъемные краны лесопромышленных предприятий: монография. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т; ООО «УралНИИЛП», 2006. 343 с.
2. РД 10-117-95. Требования к устройству и безопасной эксплуатации рельсовых путей козловых кранов. [Электронный ресурс].- Режим доступа: [http://www. kodeks . ru](http://www.kodeks.ru).
3. РД 50:48:0075.01.05. Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации наземных крановых путей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www. kodeks . ru>.
4. СНиП 32-01-95. Железные дороги и колеи 1520 мм. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www. kodeks . ru>.

УДК 630.3: 625.14

М.В. Шавнина, А.П. Панычев, Т.А. Полуяктова  
(M.V. Shavnina, A.P. Panuchev, T.A. Poluyaktova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
КРАНОВОГО ПУТИ**  
(FACTORS AFFECTING THE STABILITY OF THE GROUND  
CRANE RUNWAY)

*Приведен анализ элементов конструкции верхнего строения наземного кранового пути.*

*The analysis of the structural elements of permanent ground crane runway.*

От каких факторов зависит устойчивость кранового пути [1]? Начнем с элементов верхнего строения – рельсов («стальных профилированных прокатных изделий в виде полос, предназначенных для передвижения подъемных кранов»). Какие требования должны предъявляться к рельсам? Во-первых, они должны быть прочными, долговечными, твердыми, достаточно вязкими (нехрупкими), износостойкими. Во-вторых, эксплуатационные качества должны определяться взаимосвязью массы рельсов, поперечного очертания, химического состава рельсовой стали и технологии изготовления. Для крановых путей используются железнодорожные и крановые рельсы, требования к которым отражены в ГОСТ Р 51682 (рельсы железнодорожные) и ГОСТ 4121 (рельсы крановые). Если проследить изменения в данных нормативных

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

документах, то совершенствование рельсов осуществляется по следующим основным направлениям: повышение массы рельсов, совершенствование их профилей и повышение качества изготовления.

Наиболее тяжелыми в Европе являются рельсы массой 64 кг/м (Германия) и 69,5 кг/м (США). В США была прокатана партия рельсов массой 77 кг/м, но распространения эти рельсы не получили.

Какие основные виды профилей зарубежных рельсов можно выделить? Первый вид – это рельсы с относительно большой головкой, изготавливаемые из сравнительно мягкой низкоуглеродистой стали (распространены на дорогах Западной Европы) и, второй вид – рельсов с уравновешенным профилем с сильным сопряжением шейки с головкой и подошвой, изготавливаемый из твердой высокоуглеродистой стали. Двухголовые рельсы, используемые в Англии и некоторых других странах, широкого применения не нашли. Общей тенденцией можно считать введение двух радиусов для очертания поверхности катания головки рельсов вместо одного.

Зависит ли устойчивость кранового пути от длины рельсов? В России стандартная длина железнодорожного рельса 12,5 и 25 м, длина кранового пути может составлять 100 и более метров. Если взять длину кранового пути 120 м, то количество рельсовых стыков при длине рельса 12,5 м составит – 7, при длине рельса 25 м – 3. Какое количество рельсовых стыков может лучше способствовать устойчивости кранового пути – 3 или 7? Имеется общая тенденция увеличения длины железнодорожных рельсов. Например, с 15 м до 30 м (Германия), с 20 м до 40 м (Швеция), т.е. увеличение прежней стандартной длины вдвое.

Еще один элемент верхнего строения кранового пути – рельсовые опоры. Для наземных крановых путей используются железобетонные и деревянные шпалы, требования к которым оговорены во всех существующих нормативных документах на крановые пути. Обратимся к железнодорожному опыту, где известен опыт применения пластмассовых шпал. В Америке между Питсбургом и Филадельфией на основной магистрали установлены пластмассовые шпалы. В Японии известен опыт применения шпал из композитных материалов – пенополиуретана со стекловолокном. Также, в США развивается производство составных железнодорожных шпал из полиэтилена высокой плотности (в перспективе – замена больших объемов деревянных шпал).

Известен опыт применения металлических шпал в Германии, но по техническим и экономическим соображениям от их применения отказались. Какие преимущества у металлических шпал? Во-первых, возможность осуществления ремонта и, во-вторых, надежное сохранение ширины колеи. Что может улучшить прочность кранового пути? Применение пластмассовых, составных железнодорожных шпал, шпал из композитных материалов или металлических шпал?

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

Может ли влиять размер шпал на устойчивость кранового пути? Известен опыт изменения длины шпал, чем больше площадь шпалы, принимающая на себя силу воздействия от рельсов, тем дольше балластный слой выполняет свои амортизирующие функции. С целью снизить уровень давления на балласт были разработаны широкие шпалы. Эти два фактора – ширина и длина шпалы – могут влиять на усадку балластного слоя.

Почему в нормативных документах отражена именно поперечная укладка шпал? Решит ли проблему устойчивости кранового пути продольная укладка шпал? Ведь известны примеры применения продольной укладки шпал в Японии (опять же – железнодорожные пути). Конструкция предполагает наличие сдвоенных балок максимальной длины 12,5 метров, укрепленных параллельно идущими профилированными тросами и скрепленных между собой стальными трубами. Такой тип конструкции, как показали исследования, снижает на 50 % деформацию балластного слоя.

Какие изменения в конструкции кранового пути мы видим в течение 40 – 50 лет в нормативной документации? В «Справочнике по кранам» (1962 г.) обозначено условие устройства наземных путей – шпально-балластное основание, железобетонные балки. В 1988 г. в справочнике мы видим все то же описание наземных крановых путей с небольшим дополнением – разновидность крановых путей на металлических рамах конструкции ВНИИстройдормаша. Но эти конструкции оказались неудачными, поскольку не обеспечивали достаточную стабильность ширины рельсовой колеи, а также имели большую массу. В ПБ 10-382-00 и РД 50:48:0075.01.05 все то же описание наземных крановых путей, которое существовало 50 лет назад, лишь исключено описание крановых путей на металлических рамах [2], [3].

Какие еще факторы могут повлиять на устойчивость кранового пути? Мы знаем о классическом использовании щебенки в качестве балласта. Существует ли необходимость замены щебенки на более жесткий балласт для снижения уровня колебания и сжатия балластного слоя? Способы модернизации и улучшений самого балластного слоя весьма малочисленны. Можно тщательнее выбирать щебневую породу, увеличить высоту слоя, однако для более действенных мер по предотвращению быстрого выхода из строя балластного слоя нужно оптимизировать классическое верхнее строение пути.

*Библиографический список*

1. Голенищев А.В., Щевелев Ю.С. Грузоподъемные краны лесопромышленных предприятий: Монография. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т; ООО «УралНИИЛП», 2006. 343 с.

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

2. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.kodeks.ru>.

3. РД 50:48:0075.01.05 Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации наземных крановых путей. М.: ЗАО НПЦ «Путь-К»: 2005. 174 с.

УДК 621.797

В.А. Ягуткин, В.В. Илюшин  
(V.A. Iagutkin, V.V. Ilyshin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)  
А.П. Панин  
(A.P. Panin)  
Екатеринбург (Ekaterinburg)

**ОПЫТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦАПФ СУШИЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ  
МЕТОДОМ НАПЛАВКИ  
(EXPERIENCE RESTORATION OF PINS OF DRYING CYLINDERS)**

*Описан способ восстановления изношенных чугуных цапф сушильных цилиндров бумагоделательного оборудования методом наплавки.*

*The way of restoration of worn-out pig-iron pins of drying cylinders of the paper-making equipment is described by a welding method.*

За последние годы целлюлозно-бумажная промышленность в России претерпела серьезные изменения. Многие предприятия отрасли перестали существовать, а те, что производят бумажную продукцию, испытывают серьезные трудности в обеспечении жизнедеятельности используемого технологического оборудования. Резко сократилось производство запасных частей и комплектующих изделий на предприятиях отечественного бумагоделательного машиностроения. Машиностроительные предприятия другого профиля не принимают заказы на изготовление и ремонт изделий ЦБП из-за специфики их конструкций. Парк запасных частей на ЦБП существенно истощился, а востребованность в замене изношенных сборочных единиц и деталей становится всё более актуальной. Дефицит квалифицированных кадров ремонтного персонала, морально устаревшие и физически изношенные

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

металлообрабатывающие станки и средства технологического оснащения, отсутствие технологических процессов ремонта не позволяют осуществлять работы по восстановлению работоспособности некоторых сложных изделий в условиях ремонтного производства ЦБП.

Авторами выполнен ремонт лицевых и приводных цапф крышек сушильных цилиндров (поз. 2, 3 на рис. 1) бумагоделательных машин ОАО «Новолялинский ЦБК».

Цапфы отлиты из ковкого чугуна и представляют собой цельнометаллическую конструкцию, выполняющую одновременно функцию крышки сушильного цилиндра.

Цапфы, работающие в подшипниковых опорах, имели размерный износ и задиры в продольном и поперечном сечениях на участке контакта с неподвижно закрепляемой разжимной втулкой, на которую устанавливается ролик подшипник (рис. 2). Износ обусловлен осевыми и круговыми перемещениями разжимной втулки относительно рабочей поверхности цапфы при ослаблении её крепежа из-за температурных деформаций либо недостатка смазки подшипника и, как следствие, его заклинивания.

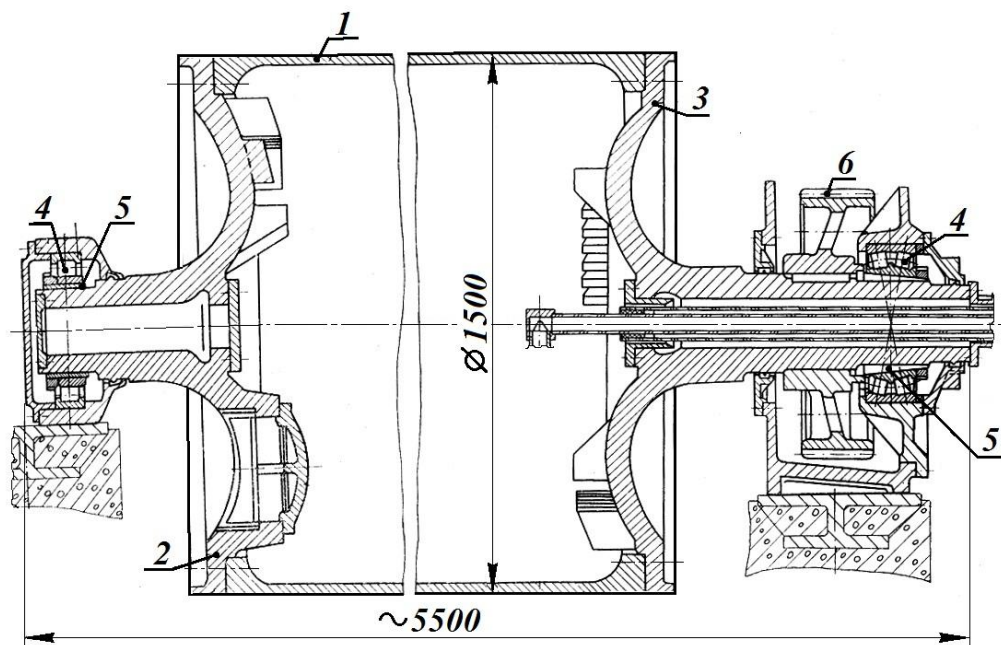


Рис. 1. Сушильный цилиндр: 1 – цилиндр; 2 – крышка-цапфа лицевой стороны; 3 – крышка-цапфа приводной стороны; 4 – подшипник качения; 5 – разжимная втулка; 6 – шестерня

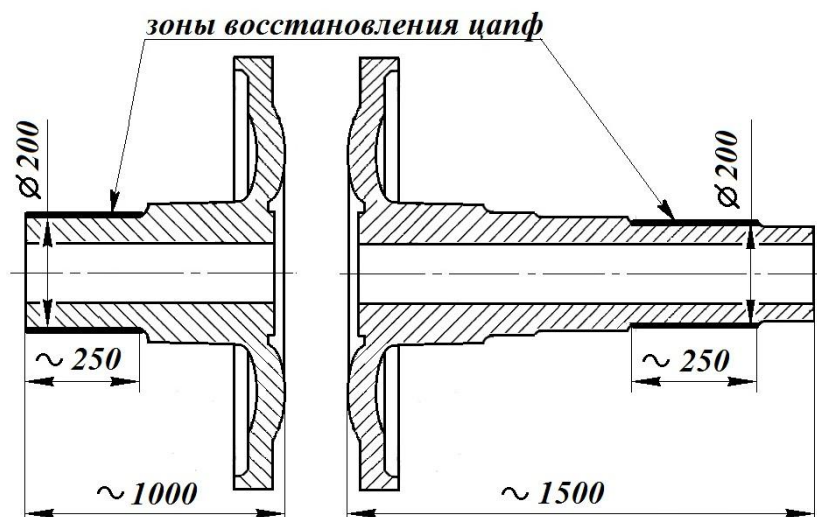


Рис. 2. Зоны повышенного износа цапф, подлежащие восстановлению

Для восстановления цапф с величиной износа посадочной поверхности до 3 мм был использован метод электродуговой наплавки.

Метод напыления, широко практикуемый ремонтным производством в настоящее время, был исключен, так как он требует напыление слоя толщиной более 2 мм. Это привело бы, с одной стороны, к высоким экономическим затратам, с другой – к повышенным напряжениям в напыленном слое и соответственно его низким прочностным характеристикам.

Для реализации метода наплавки цапф были разработаны соответствующие технологические процессы с учетом наличия производственных площадей, технической оснащённости, квалификации рабочего персонала, сроков выполнения работ и др.

Несмотря на широкую известность метода наплавки, его реализация, особенно при восстановлении чугунных изделий, вызвала серьезные технологические трудности, в том числе по подбору материалов для наплавки, выбору способа и режима наплавки и т.д.

Перед наплавкой изношенный участок цапфы подвергался обезжириванию и зачистке с последующим предварительным подогревом перед наплавкой до определенной температуры. Электродуговую наплавку осуществляли ручным способом электродами на медно-никелевой основе с наложением швов на поверхность с перекрытием, параллельно оси цапфы на диаметрально противоположных участках во избежание деформации. Толщина наплавленного слоя обеспечивала требуемую величину припуска для последующей механической обработки. По завершении операции наплавки цапфа засыпалась сухим песком для снижения скорости охлаждения, также с целью уменьшения температурных деформаций и остаточных напряжений наплавленного слоя и основного металла.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013

Обтачивание наплавленного участка цапфы под посадочный размер разжимной втулки роликотподшипника производилось на токарно-карусельном станке с установкой на планшайбу и выверкой относительно оси вращения крышки. Оптимальный выбор режима резания, режущих инструментов с учетом значимого влияния точности и жесткости станка, технологической наследственности при неравномерном припуске на обработку позволили получить требуемую точность размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей обработанной цапфы.

Восстановление цапф крышек методом наплавки является экономически эффективным и обеспечивает повышенный срок службы сушильных цилиндров за счет применения износостойких наплавочных материалов и высокого качества выполненных работ.

УДК 621.797

В.А. Ягуткин, В.В. Илюшин, А.П. Панин  
(V.A. Iagutkin, V.V. Ilyshin, A.P. Panin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ РЕМОНТА ВАЛОВ С ПРЕДЕЛЬНЫМ  
ИЗНОСОМ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**  
(PROBLEMS AND SOLUTIONS OF REPAIR OF SHAFT  
WITH LIMIT WEAR OF LANDING SURFACES)

*Рассмотрены вопросы ремонта цапф, имеющих высокое значение износа посадочных поверхностей подшипников качения.*

*Questions of repair of the pins having high value of wear of landing surfaces of rolling bearings are considered.*

Правильная эксплуатация, квалифицированное обслуживание сложного оборудования, а также своевременный ремонт обеспечивают долговечность его работы и бесперебойность выпуска качественной продукции. Своевременность и качество проведения ремонта зависит от наличия запасных частей и комплектующих изделий, что является особо актуальной проблемой для целлюлозно-бумажных предприятий (ЦБП). В настоящее время сильно сократилось производство запасных частей и комплектующих изделий на предприятиях бумагоделательного

**ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013**

машиностроения. Поэтому машины часто работают до предельных величин износа отдельных ответственных деталей, вплоть до их списания.

Ранее, в статье «Опыт восстановления цапф сушильных цилиндров» авторами предложены три способа ремонта посадочных поверхностей под разжимные втулки подшипников качения цапф крышек сушильного цилиндра. Подробно описан ремонт путем наплавки изношенной поверхности с последующей обточкой на токарно-карусельном станке.

Из-за невозможности ремонтного восстановления цапф с повышенным износом ЦБП заказывали изготовление новых крышек стоимостью около 0,5 млн руб. на заводе Ижтяжбуммаш в г. Ижевске, который в настоящее время прекратил их выпуск. Использование метода наплавки особо изношенных поверхностей исключается из-за существенных напряжений, возникающих в наплавленном слое повышенной толщины, что ослабляет не только адгезионную прочность соединения, но и может привести к разрушению как наплавленного слоя, так и основания цапфы. Поэтому для ремонта цапф с большими величинами износа необходимы решения, исключая наплавку больших толщин материала.

Предложены способы ремонта путем установки ремонтной втулки и заменой стержневой части с сохранением крышки (рисунок).

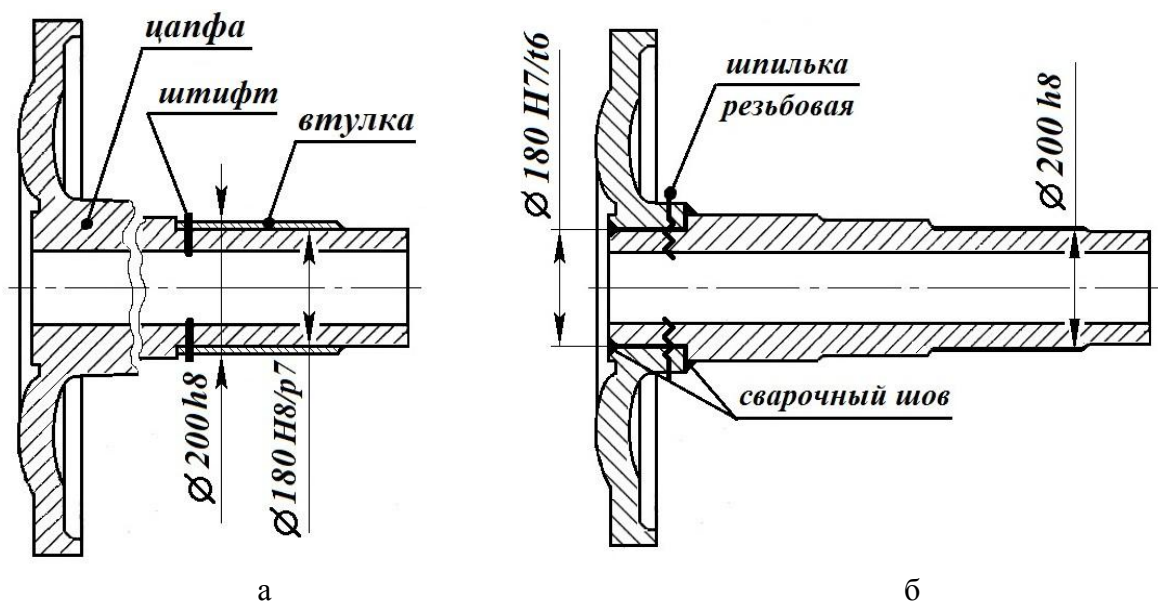


Схема восстановления приводной цапфы: а – с установкой ремонтной втулки; б – запрессовкой новой стержневой части с сохранением крышки

Восстановление цапфы путем установки ремонтной втулки при кажущейся простоте этого метода связан с трудностями в подготовке посадочных поверхностей цапфы и втулки под заданные размеры с требуемой точностью геометрического профиля. Необходимо обеспечить соосность наружной поверхности втулки с другими рабочими



*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

поверхностями цапфы. Поэтому ремонт осуществлялся согласно разработанной технологической инструкции в следующем порядке:

- на токарно-карусельном станке цапфа обтачивается на участке износа с удалением дефектного поверхностного слоя до заданного размера;
- на расточном станке растачивается посадочное отверстие втулки из стального трубного проката под диаметральный размер обработанной цапфы с обеспечением расчетного натяга;
- разогретая втулка напрессовывается на цапфу по посадке с натягом;
- на токарно-карусельном станке обтачивается наружная поверхность втулки в сборе с цапфой под требуемый размер;
- для предупреждения ослабления натяга и исключения осевого и кругового смещения втулки относительно цапфы при эксплуатации просверливаются отверстия во втулке и цапфе и запрессовываются штифты (рисунок, а).

Достижение заданных параметров точности сопрягаемых поверхностей цапфы и втулки позволило осуществить сборку крышки-цапфы с сушильным цилиндром и элементами привода без подгонки.

При особо больших значениях износа посадочных поверхностей установка втулки не представляется эффективной, так как живое сечение полый цапфы ослабляется настолько, что оно не обеспечивает требуемой прочности. Поэтому необходимо иное, альтернативное решение задачи восстановления, что реализуется путем замены изношенного тела цапфы с сохранением самой крышки сушильного цилиндра.

Ремонт приводной цапфы методом ее замены производился следующим образом:

- изношенная цапфа отрезается от крышки на токарно-карусельном станке;
- отверстие в крышке растачивается до расчетного под сборку с новой цапфой;
- из заготовки в виде стального круглого сортового проката изготавливается цапфа. На токарном станке проводится черновая обработка рабочих поверхностей цапфы, отверстия и чистовая обработка посадочной поверхности под размер отверстия в крышке. Расчет натяга в этом сопряжении требовал особой ответственности с учетом не только тяжелых условий работы с высокими температурными нагрузками сушильного цилиндра, но и целостности самой чугунной крышки при запрессовке цапфы;
- сборка цапфы с крышкой на гидравлическом прессе;
- установка резьбовых шпилек между ступицей крышки и запрессованной цапфы для дополнительного крепления цапфы с крышкой (рисунок, б);

*ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ №1 (44), 2013*

- на внутренней и внешней торцовых сторонах крышки накладывается кольцевой сварочный шов с применением медно-никелевых электродов, соединяющий крышку и цапфу;

- для достижения заданных технических требований выполняется финишная обработка посадочных рабочих поверхностей цапфы на токарно-карусельном станке.

Этот метод ремонта не имеет аналогов в практике восстановления цапф крышек сушильных цилиндров.

Описанные методы восстановления посадочных поверхностей применены для ремонта различных валов полиграфических машин.

Разработанные и реализованные на промышленных площадках г. Екатеринбурга технологические процессы рассмотренными методами обеспечили серьезную экономию материальных средств при ремонтном восстановлении цапф. Качество ремонта цапф подтверждается безотказной многолетней эксплуатацией с большим потенциальным ресурсом их работы на ОАО «Новолялинский ЦБК», с которым УГЛТУ имеет давние связи в творческом научно-производственном сотрудничестве.