
ЛЕСНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*Сборник материалов по итогам Всероссийской
научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
(11–12 мая 2017 г., Красноярск)*



Красноярск 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

При поддержке Общероссийской общественной организации
«Союз машиностроителей России»

ЛЕСНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*Сборник материалов по итогам Всероссийской
научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
(11–12 мая 2017 г., Красноярск)*

Красноярск 2017

© СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2017

УДК 621:630
ББК 34.7
Л50

Главный редактор
кандидат технических наук, доцент П. Г. КОЛЕСНИКОВ
Заместитель главного редактора
кандидат технических наук, доцент И. С. ФЕДОРЧЕНКО

Члены редакционной коллегии:
кандидат педагогических наук, доцент С. Н. МАРТЫНОВСКАЯ;
старший преподаватель кафедры автомобилей, тракторов и лесных машин
Н. И. КУРИЛЕНКО

Печатается по решению редакционно-издательского совета университета

Лесное машиностроение: проблемы и перспективы развития [Электронный ресурс] : сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (11–12 мая 2017 г., Красноярск). – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5,81 МБ). – Систем. требования : Internet Explorer; Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf) / гл. ред. П. Г. Колесников ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2017. – Режим доступа: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/izdatelskaya-deyatelnost/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. – Загл. с экрана.

Представлены статьи по актуальным проблемам развития лесного машиностроения, привлечения научных кадров, практикующих специалистов в области проектирования, производства и обслуживания машин и оборудования для лесного комплекса.

Материалы публикуются на языке оригинала, в статьях сохранен авторский стиль изложения. При использовании научных идей и материалов этого сборника, ссылки на авторов и издания являются обязательными.

Предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и специалистов лесного машиностроения.

Информация для пользователя: в программе просмотра навигация осуществляется с помощью панели закладок слева; содержание в файле активное.

УДК 621:630
ББК 34.7

Подписано к использованию: 11.05.2017. Объем: 5,81 МБ. С 291/17.

Корректурa, макет и компьютерная верстка Л. В. Звонаревой, М. А. Светлаковой

Редакционно-издательский отдел СибГУ им. М. Ф. Решетнева.
660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.
E-mail: rio@sibsau.ru. Тел. (391) 201-50-99

СОДЕРЖАНИЕ

Серебрянский Н. И., Эгипти А. Э., Костюкевич В. М., Гольштейн Г. Ю. Оценка оптимального количества постов зоны технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств	6
Гончарова Я. С., Федорченко И. С., Кустов А. В., Ереско Т. Т., Литвинова М. М. Качество профессионального образования бакалавров по направлению подготовки «технологические машины и оборудования»	12
Гордеев М. П., Лабзин В. А. Износные показатели гусеничных пальцев гусениц трелевочного трактора ТТ-4	15
Добрецов Р. Ю., Григорьев И. В. О возможностях повышения энергоэффективности шасси гусеничных лесных машин	20
Григорьева О. И. Модульная широкозахватная машина для выполнения лесохозяйственных работ	23
Грицкевич Е. В., Гаибов А. К. Технологии 3D-моделирования и цифровое прототипирование в машиностроении	27
Грицкевич Е. В., Мещерякова А. С. Возможности инженерной графики при подготовке высококвалифицированных кадров для лесной промышленности	32
Демина М. Ю., Кормщикова З. И., Лапуньков Д., Осипов А. Проектирование вала круглопильного станка	36
Долматов С. Н. Совершенствование подвески гусеничных трелевочных машин – как резерв повышения эффективности их работы	42
Дырдин С. Н., Черных О. А. Устройство для стряхивания шишек с деревьев хвойных пород	46
Егоров Н. А., Питухин А. В. Обоснование возможности применения устройств утилизации тепла в лесозаготовительных машинах	48
Емелина Т. Н., Дмитренко Г. А., Лапшова А. А. Отдельные геометрические построения	52
Дмитренко Г. А., Емелина Т. Н., Белякова А. И. Выносные элементы	54
Иванов С. Г., Холопов В. Н. Лесные сочлененные машины и их конструктивные решения	56
Иванов С. Г., Максимов Е. И., Федорченко И. С. Современные способы пожаротушения и их обнаружение	60
Клишта А. Н., Куриленко Н. И. Лесные машины и методы надежности их прогнозирования	64
Богданов Д. М., Казачков О. В. Перспективы применения модифицированной древесины	66
Прусс Б. Н., Моисеев Г. Д., Колесников П. Г. Перспективы развития лесных машин	71
Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д. Особенности конструкции мульчеров в лесном хозяйстве	75
Коновалов А. С., Коршун В. Н. Оборудование для ухода за деревьями	80

Конюхова В. В., Шоназаров Х. М. Решение задач с неполными данными на моделирование формы предмета по курсу «инженерная графика»	83
Конюхова В. В., Насиридинзода И. Р. Задачи по инженерной графике развивающие проектную деятельность студентов машиностроительных специальностей	85
Кувшинов А. В., Кувшинов Д. А., Рыжих Д. А., Кувшинов Н. Д. Повышение уровня защищенности от опасности работников малого лесопромышленного предприятия	88
Кухар И. В., Шмарин Н. В., Карелина А. А. Основные тенденции выбора техники для лесозаготовительных работ	92
Муминов Ш. З., Лабзин В. А. Повышение эффективности одноканального сервисного центра с отказом	97
Мартыновская С. Н. Назначение наноматериалов в лесном машиностроении	101
Букельманов И. И., Мартыновская С. Н. Применение композиционных конструкционных материалов в машиностроение	105
Шакуро А. Р., Мартыновская С. Н. Перспективы использования биметаллов в машиностроении	108
Москалёв Д. А., Коршун В. Н. Палатка для обслуживания трелевочного трактора	111
Орловский С. Н. Обоснование технологии применения и компоновки тракторного лесопожарного грунтомета	113
Поддубский А. Э., Холопов В. Н., Максимов Е. И., Федорченко И. С. Анализ и перспективы развития технического решения ликвидации торфяных пожаров	116
Поддубский А. Э., Холопов В. Н., Максимов Е. И., Федорченко И. С. Оборудование для диагностики и локализации торфяных пожаров	120
Раковская М. И. Применение методов численного моделирования при обосновании технических решений для лесопромышленного комплекса	122
Рудов С. Е. Перспективная база для совместного производства лесных машин в рамках международного сотрудничества БРИКС	125
Сиваков В. В., Дворовкин О. В. Повышение эффективности использования древесины в Российской Федерации	129
Сухенко Н. В. Перспективы создания полезащитных лесных насаждений в степных условиях	131
Ковылина О. П., Сухенко Н. В. Особенности приживаемости и роста лесных культур при разных способах обработки почвы	135
Титаренко А. А., Федченко В. Б. Совершенствование конструкции деталей для действующих моделей автомобилей на 3D-принтере	138
Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д. Многофункциональный заточной станок	141
Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д. 3D-технологии при проектировании оборудования лесной промышленности	144

Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д. Малое инновационное предприятие как драйвер развития производственного сектора	147
Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д. Схемы заточки дереворежущего инструмента	149
Клишта А. Н., Федченко В. Б. Определение интенсивности изнашивания узлов трения лесозаготовительных машин на стадии проектирования	151
Фурс Е. В., Максимов Е. И., Федорченко И. С., Куриленко Н. И., Шакуро А. Р. Обзор конструкций тракторных лесопожарных грунтометов	155
Фурс Е. В., Максимов Е. И., Федорченко И. С., Куриленко Н. И., Шакуро А. Р. Полосопрокладыватель грунтомет лесопожарный	159
Цыпук А. М., Родионов А. В. Перспективный комплекс машин для восстановления леса	162
Коршун В. Н., Шмарин Н. В., Карелина А. А. Описание и применение валочно-пакетирующих машин при лесозаготовке	166
Куриленко Н. И., Иванов В. А. Устройство для боковой скарификации семян кедра сибирского	168
Пешков А. А., Куриленко Н. И., Иванов В. А. Скарификация семян кедра сибирского	171
Данилов Ф. А., Куриленко Н. И., Федорченко И. С. Модернизация гидравлической системы лесных машин	175
Жданова Д. Н., Мартыновская С. Н. Перспективы использования цветных металлов в машиностроении	179
Амельченко Н. А., Филиппов Ю. А., Раменская Е. В., Янковская Н. Ф. Изменение структуры в поверхностном слое материала при воздействии высоких температур	182
Кишкин А. А., Делков А. В. К вопросу математического моделирования тепловых процессов в технических системах	186
Ручкин Л. В., Амельченко Н. А., Будьков В. А., Скрипка А. В. Управление координатно-измерительной машиной в среде графического программирования LABVIEW	188
Трифанов И. В., Жирнова Е. А., Горячева М. Ю. Управления инновациями на основе анализа рисков бизнес-инкубатора	191
Филиппов Ю. А., Раменская Е. В., Янковская Н. Ф. Анализ конструкций мультитексных дисковых пил	194
Шестаков И. Я., Раева О. В. Комбинированный метод очистки сточных вод от ионов металлов	198

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ПОСТОВ ЗОНЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Н. И. Серебрянский, А. Э. Эгипти, В. М. Костюкевич, Г. Ю. Гольштейн

Петрозаводский государственный университет
Российская Федерация, г. Петрозаводск

Изложены некоторые представления автора о городском озеленении как факторе устойчивости урбосистемы, основных современных проблемах городского озеленения. Приводятся принципиальные положения об оптимизации управления городским зеленым хозяйством, основные направления и суть стратегического планирования развития городских озеленённых территорий.

Ключевые слова: городское озеленение, урбосистема, зеленое хозяйство, стратегическое планирование.

ASSESSMENT OF THE OPTIMUM NUMBERS OF STATIONS IN MOTOR TRANSPORT MAINTENANCE AND REPAIR AREAS

N. I. Serebryansky, A. E. Egipiti, V. M. Kostyukevich, G. Yu. Holstein

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russian Federation

The paper presents a method of estimating the optimal number of posts in the maintenance area and repair of motor vehicles technical service companies, is a closed queuing system, by probabilistic and statistical methods taking into account the economic efficiency of enterprises.

Keywords: maintenance, repair, queuing system, parameter of the flow of applications.

Предприятия, эксплуатирующие автотранспортные средства, выполняют их хранение, техническое обслуживание (ТО) и ремонт, то есть полный комплекс мероприятий по поддержанию машин в работоспособном состоянии. Для выполнения перечисленных технических воздействий по эксплуатируемой технике на предприятиях имеются ремонтно-обслуживающие базы (РОБ) с набором необходимых специализированных отделений.

В настоящее время работоспособное состояние техники поддерживается устранением возникших в процессе эксплуатации неисправностей в виде текущего ремонта, который выполняется средствами РОБ владельца техники [2; 4–6]. Номенклатура и объем работ по поддержанию парка машин в работоспособном состоянии увеличиваются. Возникает необходимость определения оптимального количества постов в зоне ТО и ремонта РОБ для выполнения всего комплекса работ по обслуживанию эксплуатируемой техники.

Заявки на обслуживание вследствие возникновения внезапных отказов техники поступают в РОБ в любые заранее неизвестные моменты времени, с различной трудо-

емкостью их выполнения. Деятельность ремонтно-обслуживающей базы предприятия имеет случайный характер. Поэтому технологические параметры РОБ предприятия определяем по методике, основанной на вероятностно-статистических характеристиках деятельности РОБ с учетом экономических показателей предприятия.

Неравномерное поступление заявок на обслуживание техники может привести к простоям постов в зоне ТО и ремонта, или к простоям машин в ожидании обслуживания [1; 3; 7–9]. Предприятие несет убытки от простоя технологического оборудования и техники. Ставится задача определения количества постов в зоне ТО и ремонта ремонтно-обслуживающей базы предприятия, при котором сумма финансовых потерь имеет минимальное значение. Условие выбора оптимального количества постов в зоне ТО и ремонта по минимальным стоимостным потерям предприятия запишется выражением:

$$W(n^*) = \min W(n), \quad (1)$$

где n^* – оптимальное количество постов в зоне ТО и ремонта, соответствующее минимальному значению убытков предприятия от простаивания постов и машин в ожидании ремонта; $W(n)$ – суммарные убытки предприятия.

Функция минимизации, учитывающая количественное значение суммарных стоимостных потерь, в общем виде может быть записана следующим образом:

$$W(n) = C_1 \cdot M(A) + C_2 \cdot M(\Pi), \quad (2)$$

где $W(n)$ – суммарные стоимостные потери; n – число постов в зоне (оптимизируемая величины); C_1 – стоимостные потери от простоя одной машины; C_2 – стоимостные потери от простоя одного поста; $M(A)$ – математическое ожидание количества простаивающих машин; $M(\Pi)$ – математическое ожидание количества простаивающих постов.

Значения стоимостных потерь C_1 и C_2 принимаются по опыту работы предприятия. Количество простаивающих машин $M(A)$ и постов в зоне ремонта $M(\Pi)$ определяется по формулам:

$$M(A) = \sum_{K=n+1}^m P_K \cdot (K - n), \quad (3)$$

$$M(\Pi) = \sum_{K=0}^{n-1} P_K \cdot (n - K), \quad (4)$$

где P_K – вероятность нахождения в зоне одновременно K машин

$$K = \underbrace{1, 2, 3, \dots, n-1, n}_{\text{нет очереди}}, \underbrace{n+1, n+2, \dots, m}_{\text{наличие очереди}}.$$

РОБ предприятий, эксплуатирующих автотракторную технику, представляет собой замкнутую систему массового обслуживания (СМО). Средствами ремонтной зоны в исходном варианте обслуживаются машины только данного предприятия. Количество носителей заявок ограничено. Возникшая вследствие неравномерного поступления заявок очередь машин, ожидающих ремонта, не ограничивается. Заявка в любом случае должна быть выполнена. При этом вводится величина m – максимально возможное ко-

личество машин, находящееся одновременно в ремонтной зоне. Такое количество машин может быть определено расчетом по числу машин на предприятии и средневзвешенной вероятности отказа парка эксплуатируемых объектов или принято по опыту работы через коэффициент технической готовности.

Вероятность P_K нахождения в зоне ремонта одновременно «K» машин для данного типа СМО с учетом статистических характеристик функционирования систем определяется по следующим формулам.

Очереди нет: $K = 1, 2, 3, \dots, n$

$$P_K = \frac{m!}{K!(m-K)!} \cdot U^K \cdot P_0, \quad (5)$$

наличие очереди: $K = n+1, n+2, \dots, m$.

$$P_K = \frac{m!}{n^{K-n} \cdot n! \cdot (m-K)!} \cdot U^K \cdot P_0, \quad (6)$$

где U – параметр загрузки зоны ремонта

$$U = \lambda \cdot T_{cp}, \quad (7)$$

где λ – параметр потока заявок на обслуживание. При установившемся режиме работы λ представляет собой среднее количество заявок в рассматриваемый период времени; T_{cp} – среднее время выполнения одной заявки (нахождения машин на посту в зоне ремонта); P_0 – вероятность полного простоя зоны ремонта (все посты свободны).

Вероятность полного простоя зоны (все посты свободны) определяется по условию, что сумма всех вероятностей P_K равна единице.

$$\sum_{K=0}^m P_K = 1;$$

запишем

$$\sum_{K=0}^n \frac{m! \cdot U^K}{K!(m-K)!} \cdot P_0 + \sum_{K=n+1}^m \frac{m! \cdot U^K}{n! \cdot n^{K-n} \cdot (m-K)!} \cdot P_0 = 1,$$

тогда

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{K=0}^n \frac{m! \cdot U^K}{K!(m-K)!} + \sum_{K=n+1}^m \frac{m! \cdot U^K}{n! \cdot n^{K-n} \cdot (m-K)!}}. \quad (8)$$

Практическая реализация алгоритма в MathCAD.

Алгоритм оценки оптимального количества постов технического обслуживания, изложенный в первой части статьи, связан с большим объемом вычислений. Для практического применения данной методики расчета ее необходимо автоматизировать. Практическая реализация алгоритма в MathCAD позволяет конечному пользователю легко варьировать входными данными и избавляет от большого объема рутинных расчетов. Анализируется производственная деятельность РОБ предприятия с режимом работы:

- параметр потока заявок $\lambda = 0,5$ машины в час;
- среднее время выполнения одной заявки $T_{cp} = 4$ часа;
- количество постов в зоне $n = 5$;
- максимально возложенное количество машин одновременно находящихся в зоне $m = 5$.

Определяем параметр загрузки зоны $U = 0,5 \cdot 4 = 2$.

По (8) определяем вероятность полного простоя зоны.

Расчет выполнен при наличии в зоне ремонта одного поста $n = 1$.

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_K^n \frac{(m! \cdot U^K)}{K! \cdot (m-K)!} \right] + \sum_{K=n+1}^m \left[\frac{m! \cdot U^K}{n! \cdot n^{K-n} \cdot (m-K)!} \right]} = 1,5795 \cdot 10^{-4}.$$

По (5) и (6) определяем вероятности всех состояний

Вероятность P_K нахождения в зоне ремонта одновременно « K » машин $K: = 0..5$

$$P_K = if \left[K \leq n, \frac{m!}{K! \cdot (m-K)!} \cdot U^K \cdot P_0, \frac{m!}{n^{K-n} \cdot n! \cdot (m-K)!} \cdot U^K \cdot P_0 \right]$$

По (4) математическое ожидание количества простаивающих постов

$$M(\Pi) = \sum_{K=0}^{n-1} [P_K \cdot (n-K)] = 1,58 \cdot 10^{-4}.$$

По (3) математическое ожидание количества простаивающих машин

$$M(A) = \sum_{K=n+1}^m [P_K \cdot (K-n)] = 3,5.$$

Данная программа может использоваться для определения оптимального количества постов технического обслуживания для предприятия любой мощности в зависимости от входных параметров – стоимостных потерь от простоя одной машины или одного поста, параметра загрузки зоны ремонта и среднего времени выполнения заявки.

Рассмотрим анализ производственной деятельности ремонтно-обслуживающей базы предприятия с параметрами: $\lambda = 0,5$; $T_{cp} = 2,5$; $n = 12$; $m = 12$.

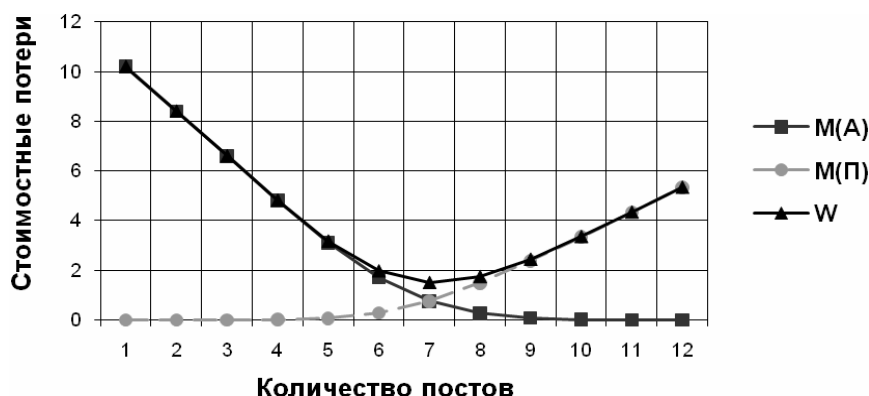
Результаты расчета в MathCAD приведены в таблице и на рисунке. Принято: $C_1 = C_2 = 1$.

$$W = M(\Pi) + M(A).$$

Расчет $M(\Pi)$ и $M(A)$

n	$M(A)$	$M(\Pi)$	W
1	10,200	0,000	10,200
2	8,400	0,000	8,400
3	6,600	0,000	6,600
4	4,811	0,006	4,817
5	3,109	0,061	3,170
6	1,694	0,274	1,968
7	0,750	0,750	1,500
8	0,261	1,478	1,739
9	0,067	2,371	2,438
10	0,011	3,340	3,351
11	0,001	4,334	4,335
12	0,000	5,333	5,333

По данным расчета построен график зависимости стоимостных потерь от числа постов в зоне ремонта (см. рисунок).



Зависимость стоимостных потерь от числа постов в зоне ТО и ремонта РОБ предприятия:

$M(A)$ – потери от простаивающих машин; $M(П)$ – потери от незанятых постов;

W – суммарные стоимостные потери

Суммарные стоимостные потери предприятия вследствие неравномерной загрузки зоны ТО и ремонта машин имеют минимальное значение при наличии в зоне семи постов. Показатель стоимостных потерь $W = 1,5$ ($n = 7$) при максимальном его значении 10,2 ($n = 1$).

Библиографические ссылки

1. Питухин А. В., Серебрянский Н. И., Шиловский В. Н. Определение технологических параметров предприятий технического сервиса лесной отрасли // Тр. лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып.7. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. С. 93–95.
2. Питухин А. В., Шиловский В. Н., Серебрянский Н. И. Определение числа постов по ремонту агрегатов машин на предприятиях технического сервиса // Тр. лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 4. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. С. 92–94.
3. Питухин А. В., Шиловский В. Н., Скобцов И. Г., Кяльвийянен В. А. Повышение эксплуатационной технологичности лесозаготовительных машин : монография. Петрозаводск: Петропресс, 2012. 240 с.
4. Питухин А. В., Серебрянский Н. И., Эгипти А. Э., Скобцов И. Г. Теоретические основы технологического проектирования предприятий технического сервиса лесной отрасли // Фундаментальные исследования. № 6. М. : ИД Академия естествознания, 2012. С. 158–161.
5. Скобцов И. Г., Эгипти А. Э., Серебрянский Н. И. Организация технического сервиса машин в условиях лесопромышленных предприятий // Опыт лесопользования в условиях Северо-Запада РФ и Финляндии: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию лесоинженерного факультета ПетрГУ. Петрозаводск, 2011. С. 44–46.
6. Шиловский В. Н. Обоснование и разработка комплексной системы организации технического сервиса территориально распределенных лесозаготовительных машин: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб. : СПбЛТА, 2002. 36 с.
7. Шиловский В. Н. Развитие маркетинга и менеджмента технического сервиса лесозаготовительных машин : учеб. пособие. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2012. 268 с.

8. Шиловский В. Н., Серебрянский Н. И. Ремонт машин и оборудования : учеб. пособие. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2007. 220 с.

9. Шиловский В. Н., Питухин А. В., Серебрянский Н. И., Эгипти А. Э. Технологический менеджмент технического сервиса машин и оборудования : учеб. пособие. Петрозаводск : Изд-во Петр-ГУ, 2005. 232 с.

© Серебрянский Н. И., Эгипти А. Э.,
Костюкевич В. М., Гольштейн Г. Ю., 2017

**КАЧЕСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БАКАЛАВРОВ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЯ»**

Я. С. Гончарова, И. С. Федорченко, А. В. Кустов, Т. Т. Ереско, М. М. Литвинова

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрен вопрос качества профессионального образования студентов в техническом вузе путем организации самостоятельной работы студентов.

Ключевые слова: самостоятельная работа студентов, организация самостоятельной работы.

**TO THE QUESTION ABOUT THE QUALITY OF PROFESSIONAL
EDUCATION IN A TECHNICAL UNIVERSITY**

Y. S. Goncharova, I. S. Fedorchenko, A. V. Kustov, M. M. Litvinova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article considers the issue of quality of professional education in a technical University by the organization of independent work of students.

Keywords: independent work of students, organization of independent work.

В настоящее время в высшем образовании наметилась устойчивая тенденция к нацеленности студента на самостоятельную работу. Причин, вызвавших необходимость перенесения акцентов в образовании с информационных форм и методов обучения на развивающие, превращающие студента из пассивного слушателя в активно думающего участника учебного процесса, много. Это и потребность общества в инициативных, грамотных специалистах; и возросший поток информации, которую надо уметь получать и использовать; и быстрое развитие техники, которое требует постоянного послевузовского обучения. Для реализации этих требований необходимо изменить подходы к организации самостоятельной работы и усилить формирование навыков самостоятельной работы с тем, чтобы повысить качество обучения, развить творческие способности слушателей, их стремление к непрерывному приобретению новых знаний.

Согласно Государственным образовательным стандартам по подготовке бакалавров по направлению «Технологические машины и оборудование» организация учебного процесса студентов включает аудиторную и самостоятельную работу. В настоящее время становится актуальным вопрос качества профессионального образования, в связи с этим происходит пересмотр организации учебного процесса. Практика свидетельствует о том, что знания приобретенные студентом при обучении в вузе самостоятельно, делают выпускника более подготовленным к решению профессиональных задач по различным видам деятельности. Для достижения поставленной цели необходимо совершенствовать организацию самостоятельной работы студентов.

Самостоятельную работу студентов можно условно поделить на две части: организуемая преподавателем, которая включает в себя выдачу студентам индивидуальных заданий и непосредственно самостоятельное выполнение их студентами под методическим и организационным руководством.

На выполнение самостоятельной работы в учебных планах предусматривается не менее 20 % от общего времени на всю внеаудиторную работу по конкретной учебной дисциплине, включенной в перечень дисциплин региональной составляющей учебного стандарта. Данный план самостоятельной работы студентов разрабатывается совместно кафедрами и деканатами и утверждается научно-методическим советом вуза. [4]

Организация продуктивной самостоятельной работы – необходимое условие формирования потребности в самоорганизации будущего специалиста, способности к постоянному обновлению своих знаний в течение всей трудовой деятельности, проявления творческого потенциала, формирования чувства общественного долга и осознания личной ответственности [5].

В последнее время на организацию самостоятельной работы студентов в вузе стали обращать более пристальное внимание. И все же на уровне факультетов отсутствует единая система организации внеаудиторной работы, формирования у студентов механизма самоорганизации, развития их самостоятельности в учебно-познавательной, научно – исследовательской и других видах деятельности. Кафедры вуза слабо координируют междисциплинарные связи и часто не обеспечивают преемственность различных типов кафедр при учете динамики развития творческой активности на разных курсах обучения.

Организация самостоятельных занятий студентов – это одна из форм педагогической деятельности преподавателя. Она включает в себя систему воздействий на студентов с целью совершенствования и повышения эффективности и качества их самостоятельной работы.

Можно выделить ряд сложностей в решении этой задачи, с которыми приходится сталкиваться преподавателю высшей школы. Следует выделить причины этих сложностей: отсутствие планирования самостоятельных занятий студентов; недостаток времени на аудиторных занятиях для изложения инструкций по организации самостоятельной работы студентов; ограничен контакт преподавателей со студентами во внеучебное время; недостаточно разработано методических указаний, рекомендаций и других дидактических материалов по организации самостоятельных занятий студентов; недостаточно используются компьютерные технологии; отсутствие спецкурсов по организации и продуктивной реализации основ культуры умственного труда студентов; материально – техническое обеспечение самостоятельных занятий часто находится на низком уровне. Рациональное планирование самостоятельных занятий, их материальное обеспечение, четкая организация аудиторной и внеаудиторной работы студентов – важнейшее условие повышения качества обучения [1].

Создание системы организации самостоятельного труда студентов предполагает учет ряда взаимосвязанных факторов, оказывающих влияние на развитие их творческой активности.

Самостоятельная работа студентов – обязательный элемент содержания высшего образования, предусмотренного учебными планами и особенностями организации обучения и воспитания в высшей школе. Вместе с тем самостоятельный учебный труд студента – это сфера проявления творческой активности личности, средство формирования ее интеллектуальных, психологических, профессиональных и идейно – нравственных качеств в их органическом единстве.

Являясь средством организации познавательного труда, самостоятельная работа выступает как форма проявления такого способа деятельности студента, который ока-

зывает значительное влияние на формирование у будущего специалиста психологических установок и ценностных ориентаций на активный образ жизни, воспитывает потребность и способность к самоорганизации и самоконтролю.

Организация самостоятельной работы на научной основе предполагает изучение бюджета времени студента, учет специфики вуза и факультета, профессионально – трудовой и общественной деятельности будущего специалиста, его индивидуальных особенностей. Без учета этих факторов самостоятельная работа будет обезличена. Формально организованный самостоятельный труд не только не развивает творческую активность, но и способен блокировать ее.

Рассматривая самостоятельную работу в контексте деятельностного подхода к развитию творческой активности студентов, следует методически совершенствовать аудиторные и внеаудиторные методы и формы организации их труда, координировать работу кафедр в определении объемов и видов самостоятельных заданий, форм их контроля, учитывать покурсовую динамику профессиональной и мировоззренческой подготовки специалиста [3].

На наш взгляд, в целях развития творческого потенциала студентов, повышения качества общенаучной, профессиональной и мировоззренческой подготовки будущих специалистов в каждом вузе должна быть разработана методологически и методически обоснованная концепция самостоятельной работы студентов – органической части всего учебного процесса. Вся система организации самостоятельного труда непосредственно в учебном процессе должна быть направлена на развитие у студентов самостоятельности как принципа жизнедеятельности будущего специалиста, важнейшего критерия развития его творческой активности в познании, труде и общении.

Библиографические ссылки

1. Гончарова Я. С. Организация самостоятельного информационного поиска будущего инженера: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Гончарова Яна Сергеевна ; Сибирский государственный технологический университет. Красноярск, 2006. 174 с.
2. Гончарова Я. С., Федорченко И. С. Самостоятельный информационный поиск будущего инженера в процессе профессиональной подготовки в техническом вузе.: Актуальные вопросы развития современного общества : сб. ст. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (18 апреля 2014 г.). В 4-х т. Т. 1. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2014. С. 299–303.
3. Пивоварова Г. П. Управление самостоятельными занятиями студентов как условие активизации их познавательной активности // Активность личности в обучении: (Психол.-пед. аспект) : сб. науч. тр. / редкол.: В. М. Кузнецов (отв. ред.) и др. ; НИИ проб. Высш. шк. М. : НИИВШ, 1986. 192 с.: ил.
4. Гончарова Я. Организация самостоятельной работы студентов в техническом вузе // Современный учебно-воспитательный процесс: теория и практика : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (23 апреля 2010 г.) ; СибГТУ. Красноярск, 2010. С. 39–41.
5. Дьков А. П., Горченко Г. В., Стеценко А. И. Развитие творческой активности студентов: опыт, проблемы, перспективы / науч. ред. В. С. Рахманин. Воронеж : Изд-во ВГУ, 1991. 160 с.

© Гончарова Я. С., Федорченко И. С., Кустов А. В.,
Ереско Т. Т., Литвинова М. М., 2017

ИЗНОСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГУСЕНИЧНЫХ ПАЛЬЦЕВ ГУСЕНИЦ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ТТ-4

М. П. Гордеев, В. А. Лабзин

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Выполнен графический анализ распределений износов внешних поверхностей гусеничных пальцев левой и правой гусениц трелевочного трактора ТТ-4. Определено значимое различие износов средних значений пальцев по гусеницам. Наблюдаемые процессы износа аппроксимируются экспоненциальным распределением. Получена аналитическая зависимость.

Ключевые слова: износ, пальцы гусеничные, средний, различие, гистограммы, экспоненциальное, аналитическая зависимость.

INDICES OF WEAR OF FINGERS OF A CATERPILLAR OF THE TRACTOR TT-4

M. P. Gordeev, V. A. Labzin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Graphical analysis of the wear distribution of the outer surfaces of the caterpillar fingers of the left and right tracks of the skidder tractor-TT-4. A significant difference in the wear of the mean values of the fingers between the caterpillars is determined. Observed wear processes are approximated by an exponential distribution. Analytical dependence.

Keywords: wear, caterpillar fingers, mean, difference, histograms, exponential, analytical dependence.

Трелевочный трактор ТТ-4 использовался на различных технологических операциях по заготовке леса. Их эксплуатация происходит на грунтах с низкой несущей способностью с различным гранулометрическим составом почвы. Работа гусеничного движителя сопровождается большими контактными напряжениями в шарнирных соединениях (проушина-палец), из-за ассиметрично действующих весовых и растягивающих усилий, приложенных в различных плоскостях, при интенсивном абразивном и коррозионно-механических износах.

На рис. 1 показан результат работы узлов трения гусеницы.

В статье использовались некоторые результаты обзорных экспериментальных данных полученных на кафедре АТЛМ в начале 80 г.

Ресурс износа гусеничных пальцев заключался в определение фактических размеров в местах контакта пальцев с проушинами траков левой и правой гусениц трактора. Показание наработки снималась со счетчика машино-часов. Для анализа, случайным образом, были выбраны 131 значений замеров левых, внешних поверхностей пальцев

левой гусеницы и 140 значений правых, внешних поверхностей пальцев правых гусениц. В качестве мерительного инструмента использовался штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм и микрометр с ценой деления 0,01 мм, прошедших Госповерку.

Износ определялся как разница между номинальным размером и фактическим размером пальца. Размерные характеристики гусеничного пальца по данным завода АТЗ приведены в табл. 1.



Рис. 1. Гусеница ТТ-4. Состояние проушин-пальцев при наработке до первого капитального ремонта

Таблица 1

Нормативные показатели гусеничных пальцев трактора ТТ-4

Заводской номер детали	Номинальный размер, дн	Предельно-допустимый размер, дпр	Предельный износ, $h = 24.86-24,3$	Марка стали	Твёрдость поверхностного слоя
T4.34.102	$25_{-0,28}$	24,3	$H = 0,58$	Сталь 25СГ	HRC 41-52

Цель работы. Выполнить анализ статистических показателей износов пальцев левой и правой гусениц трактора. Установить аналитическую зависимость между наработкой трактора до первого капитального ремонта и величиной износа пальцев гусениц.

Для анализа данных использовался пакет программ Statgraphics 16.1.

В табл. 2 приведены основные статистические показатели износов пальцев и ресурса трактора до первого капитального ремонта.

Таблица 2

Общая статистика износов гусеничных пальцев и ресурс трактора ТТ-4

Статистики	Обозначение статистик	Палец левой гусеницы	Палец правой гусеницы	Ресурс левой гусеницы, ч	Ресурс правой гусеницы, ч
Объём выборки	n	131	140	131	140
Среднее арифметическое значение износа, мм	d	2,07527	1,628	2948,07	2651,86
Стандартное отклонение, мм	s	1,93089	1,504	1128,54	662,525
Коэф. вариации	v	0,930	0,924	38,28	24,983
Минимум из объема выборки, мм	$d_{\min}$	0,001	0,001	2002,0	1968,0

Статистики	Обозначение статистик	Палец левой гусеницы	Палец правой гусеницы	Ресурс левой гусеницы, ч	Ресурс правой гусеницы, ч
Максимум из объема выборки, мм	$d_{\max}$	8,36	6,560	9599,08	3638,0
Интервал выборки, мм	$d_{\text{инт.}}$	8,359	6,559	7597,0	1670,0
Стандартизированная асимметрия	Ek_{st}	5,95122	6,047	15,533	2,045
Стандартизированный эксцесс	ek_{st}	2,93684	2,838	39,879	-3,904

Разница относительного значения износов пальцев левых и правых гусениц составила

$$d_{abs} = \bar{d}_л - \bar{d}_п, \quad \varepsilon = \frac{\bar{d}_л - \bar{d}_п}{\bar{d}_л}$$

$$d_{abs} = 2,08 - 1,63 = 0,45 \text{ мм},$$

$$\varepsilon = \frac{2,08 - 1,63}{2,08} = 0,22$$

где d_{abs} – абсолютный износ, мм; $\bar{d}_л, \bar{d}_п$ – соответственно, средний износ левых и правых пальцев гусениц, мм; ε – относительный износ.

Анализ показателей (табл. 2) износов пальцев левой и правой гусениц значительно отличаются. Относительное расхождение фактических износов пальцев гусениц составляет 0,22, абсолютное 0,45 мм. Наблюдаемый эффект требует дальнейшего анализа статистических данных для определения главной причины или причин, вызывающей различие во внешних и внутренних условиях силового взаимодействия.

Условие принятия нормального распределения для описания экспериментальных данных (далее – ЭД) являются отношения

$$\begin{cases} -2 \leq Ek_{st} \leq 2 \\ -2 \leq ek_{st} \leq 2 \end{cases}, \quad \begin{cases} -2 \leq 5,95 (6,05) \leq 2 \\ 2 \leq 2,94 (2,84) \leq 2 \end{cases} \quad (2)$$

где Ek_{st} – стандартизированная асимметрия; ek_{st} – стандартизированный эксцесс.

Как следует из (2) условие не выполняется. Значение Ek_{st} и ek_{st} лежат вне диапазона $-2 \dots +2$, что указывает на значительные отклонения от нормальности.

Коэффициент вариации в большинстве случаев для нормального распределения находится в пределах $v = (0,3 - 0,4)$. Условие нормальности по этому показателю также не выполняется. Нулевая гипотеза отвергается.

Выполним визуальный анализ гистограмм для определения вида распределения, износов пальцев левой и правой гусениц, изображенный на рисунке 2. Общим для них является (небольшая разница в) то, что их форма состоит из 4-х просматриваемых распределений с отстоящими средними значениями. Этот эффект явно наблюдался при числе интервалов более 14 и сопровождался провалами, разделяющие сформированные другие распределения. Полученные много модальные распределения возникли путём смешивания нескольких распределений, которые отличаются внутренними и внешними эффектами или ошибками при измерениях и обработки опытных данных, а также другими причинами.

Используя терминологию «Контроль качества производственного процесса», по виду гистограммы можно судить о стабильности и устойчивости процесса изнашивания. Гистограммы (рис. 2) аппроксимировались наиболее распространенными теоретическими распределениями, из которых экспоненциальный закон распределения износов ресурса принят как наиболее близкий к физическому процессу описанию для последующего анализа. При уровне значимости $p < 0,05$ есть основание предполагать, что доверительная вероятность составляет 0,95.

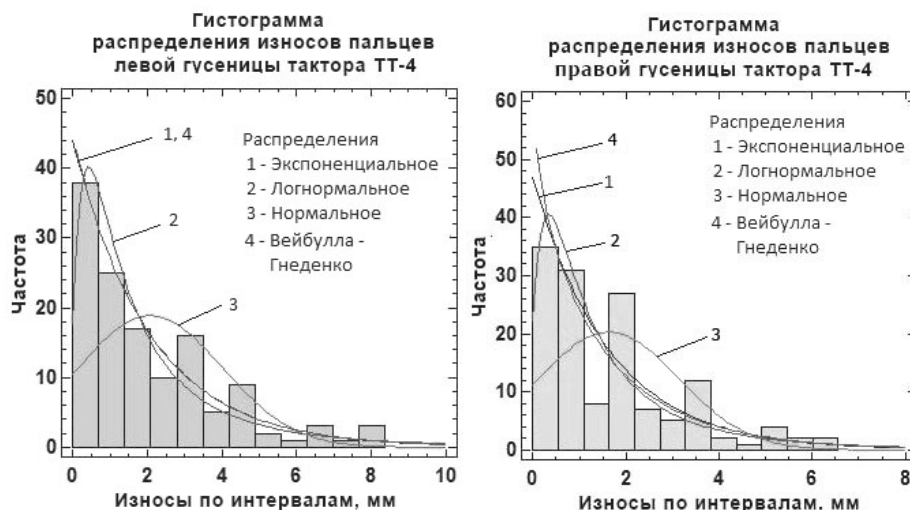


Рис. 2. Гистограммы частотных значений наработки трактора ТТ-4 в зависимости от износовых значений пальцев левой и правой гусениц трактора

Рассмотрим зависимость ресурса трактора ТТ – до первого капитального ремонта в зависимости от общего износа пальцев гусениц. На рис. 3 приведена экспоненциальная зависимость, связывающая ресурс $T_{рес}$ и износы $I_{ср}$. Характерным для графика является расслоение износов гусениц на две выборки с интервалом между ними, где выше расположены износы левой гусеницы, а ниже правой гусеницы. На графике показаны (рис. 3) две симметричные кривые относительно экспоненциальной кривой, характеризующие доверительные границы области попадания значений общей выборки износов с вероятностью $0 \leq p \leq 0,99$. Следующие две кривые расположенные выше – доверительные границы области попадания значений общей выборки износов с вероятностью $0,99 < p \leq 0,95$.

Выше располагается доверительная граница выборки с $p < 0,90$.



Рис. 3. График экспоненциальной зависимости ресурса пальцев гусениц от выборки износов

Выводы по работе.

При выполнении статистического анализа выявлена количественная разница средней величины износа пальцев левой и правой гусениц при ресурсной наработке трактора ТТ-4 до первого капитального ремонта. Абсолютная ошибка оставляет 0,45 мм при относительном ошибке 0,22.

Так как уровень значимости при дисперсионном анализе $p < 0,05$, статистически значимая связь между ресурсом до первого капитального ремонта и средним износом находится на уровне достоверности 95 %.

Возможные причины разного износа гусеничных пальцев может быть различное силовое взаимодействие в гусеничном движителе, разное количество траков в гусеницах, «человеческий фактор» в сборе и обработке экспериментальных данных, а также управления трелевочным трактором.

Библиографические ссылки

1 Невзоров В. Н. Оптимизация резервного запаса агрегатов для повышения эксплуатационной надежности. Эксплуатация лесовозного подвижного состава : межвуз. сб. Свердловск : Изд. УПИ им. Кирова, 1985. С. 133.

2 Русанов Н. Г., Невзоров, В. Н. Техническое состояние деталей ходовой системы трелевочных тракторов ТТ-4. Эксплуатация лесовозного подвижного состава : межвуз. сб. Свердловск, изд. УПИ им. Кирова, 1985, с. 133.

3 Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб. : Питер, 1997. 240 с.: ил.

© Гордеев М. П., Лабзин В. А., 2017

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ШАССИ ГУСЕНИЧНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН

Р. Ю. Добрецов¹, И. В. Григорьев²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

²Якутская государственная сельскохозяйственная академия
Российская Федерация, г. Якутск

Рассмотрен вопрос возможности повышения энергоэффективности шасси гусеничных машин, используемых в лесной промышленности. Предложены пути модернизации элементов ходовой системы и механизмов управления поворотом.

Ключевые слова: энергозатраты, энергоэффективность, режимы движения гусеничной машины, взаимодействие гусеницы с грунтом, механизм управления поворотом.

ABOUT INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY THE CHASSIS OF THE TRACKED FORESTRY VEHICLES

R. Yu. Dobretsov¹, I. V. Grigorev²

¹Saint-Petersburg Polytechnic University of Peter the Great
St. Petersburg, Russian Federation

²Yakutsk State Agricultural Academy
Yakutsk, Russian Federation

Proposed opportunities to improve energy efficiency chassis of tracked vehicles used in the forestry industry. The ways of modernization of the elements of undercarriage systems and steering.

Keywords: Energy consumption, energy efficiency, modes of motion of a caterpillar, the interaction of the track on the ground, steering.

Шасси лесных и быстроходных (транспортных) гусеничных машин работают в существенно различных условиях [1; 2]. Тем не менее, выполненный анализ работы движителей машин [3–5] и механизмов поворота [6] позволяет выявить единые причины, оказывающие существенное влияние на эффективность преобразования энергии в основных подсистемах шасси.

Для ходовой системы следует выделить два ключевых момента: эффект неустойчивости траков при прохождении опорного катка и специфика распределения нормальных реакций на опорной поверхности машины. Для лесных гусеничных машин, работающих преимущественно при значительных тяговых усилиях, неустойчивость траков приводит к повышению сопротивления качению опорного катка, как следствие – к увеличению расхода топлива, вибрационной активности опорной ветви и др. Для транспортной машины, движитель которой длительное время работает при относительно малых удельных силах тяги, тот же эффект является дополнительно причиной нерацио-

нального использования опорной поверхности при формировании тяговых сил [3]. Поскольку причины неустойчивости звеньев для гусеничных машин различного назначения одинаковы, можно рекомендовать и единые подходы модернизации шасси или проектировании новых машин [3; 6]. Выделить следует рекомендации по разнесению грунтозацепов на края опорной поверхности трака, организации частичного перекрытия зазора между траками и выравнивания высоты беговой дорожки; оптимизации величины шага гусеницы. Пример конструкции приведен в описании патента [7].

Проблема распределения нормальных реакций на опорной поверхности машины подробно рассмотрена, например, в статье [5]. Показано, что наличие значительной продольной внешней силы (ситуация, характерная для трелевки, буксировки прицепа и др.) вызывает перераспределение нормальных реакций, приводящее к увеличению глубины колеи. Следствиями является увеличение сопротивления движению, а также интенсивное разрушение почвогрунта. Улучшить тягово-экономические и экологические характеристики шасси можно за счет оптимизации расположения точек приложения внешней силы (крюк, сцепное устройство, чокеры) и центра тяжести тягача (мероприятия по балластированию машины).

Общими для машин различного назначения проблемами механизмов поворота является обеспечение рационального сочетания относительной простоты конструкции с минимизацией потерь в трансмиссии при маневрировании в типичных условиях эксплуатации.

Для лесных машин на передний план выходит маневрирование на малых скоростях при значениях радиуса поворота, близких к половине ширины колеи (желательно и менее).

Для транспортных машин характерна потребность сочетать возможности маневрирования на малых скоростях с оптимальной управляемостью при движении по дорогам и вне дорог [6–8]. Нами предложены варианты кинематических схем механизмов поворота и принцип внедрения гидравлических систем управления, обеспечивающих контролируемое буксование дисков элементов управления, что в комплексе позволяет сочетать оптимальный с точки зрения энергоэффективности для шасси данного назначения набор расчетных радиусов поворота с плавностью изменения радиуса поворота. Предложения (варианты кинематических схем одно- и двухпоточных трансмиссий на основе планетарных механизмов) ранжированы в зависимости от назначения машины и экономической целесообразности их внедрения [6; 9].

Таким образом, предложения, изначально направленные на увеличение энергоэффективности ходовой системы и механизмов поворота, представляются распространяемыми на лесные машины, что позволит повысить их экологическую эффективность, и эффективность лесозаготовительного производства в целом [10–12]. Их внедрение может повысить потребительскую привлекательность отечественных гусеничных машин, без серьезного роста себестоимости последних.

Библиографические ссылки

1. Анисимов Г. М., Кочнев А. М. Основные направления повышения эксплуатационной эффективности гусеничных трелевочных тракторов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 456 с.
2. Добрецов Р. Ю. Оценка энергоэффективности шасси транспортных гусеничных машин // АПЗиБ. БТиВ : тр. XLII Науч.-практ. конф. Т. 3 / под ред. В. А. Петрова, М. В. Сильникова, А. М. Сазыкина. М. : ФГБУ «РАРАН», 2014. С. 168–177.
3. Добрецов Р.Ю. Особенности работы гусеничного движителя в области малых удельных сил тяги // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009. № 6. С. 25–31.

4. Добрецов Р. Ю., Григорьев И. В. Взаимодействие гусеничного движителя с почвогрунтом при значительном продольном смещении центров давления // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы Науч.-техн. конф. / под. ред. В. М. Гедьо ; СПбГЛТУ им. С. М. Кирова. СПб., 2016. С. 124–127.
5. Галышев Ю. В., Добрецов Р. Ю. Эффективность использования опорной поверхности гусеничного движителя при передаче нормальных нагрузок // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. Наука и образование. № 3, 2013. С. 272–278.
6. Добрецов Р. Ю., Григорьев И. В., Иванов В. А. Увеличение подвижности гусеничных вездеходов для вахтовых лесозаготовок // Системы. Методы. Технологии. № 2 (30) 2016. С. 114–119.
7. Добрецов Р. Ю. Учет энергетических параметров механизмов поворота при комплексной оценке потерь мощности в шасси транспортных гусеничных машин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. Наука и образование. № 1 (117), 2011. С. 122–128.
8. Добрецов Р. Ю., Семёнов А. Г. Пат. 2385815 Российская Федерация, МПК В62D 55/20. Гусеничная цепь ходовой части транспортного средства. заявл. 18.03.2009; опубл. 10.04.2010. Бюл. № 10. 8 с.
9. Добрецов Р. Ю., Лозин А. В., Семёнов А. Г., Шеломов В. Б. Пат. RU 2 599 855 С1 Российская Федерация, МПК В62D 11/06. Двухпоточная трансмиссия транспортной машины с бортовым способом поворота; заявл. 30.06.2015; опубл. 20.10.2016. Бюл. № 29.
10. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Никифорова А. И., Куницкая О. А. Обоснование методики оценки экологической эффективности лесопользования // Вестник КрасГАУ. 2012. № 6. С. 72–77.
11. Григорьев И. В., Хитров Е. Г., Никифорова А. И., Григорьева О. И., Куницкая О. А. Определение энергоёмкости продуктов лесопользования в рамках методики оценки экологической эффективности лесопользования // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1499–1502.
12. Григорьев И. В. Влияние способа трелевки на эксплуатационную эффективность трелевочного трактора : дис. ... канд. техн. наук. СПб. : СПбГЛТА, 2000. 144 с.

© Добрецов Р. Ю., Григорьев И. В., 2017

МОДУЛЬНАЯ ШИРОКОЗАХВАТНАЯ МАШИНА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

О. И. Григорьева

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Предложена компоновка модульной машины на базе экскаватора, позволяющая минимизировать число машин для выполнения лесохозяйственных работ.

Ключевые слова: лесохозяйственные работы, модульные системы машин, валочно-пакетирующие машины.

MODULAR WIDE SPAN MACHINE FOR EXECUTION OF FORESTRY WORKS

O. I. Grigoreva

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov
Saint-Petersburg, Russian Federation

The proposed configuration of modular machines on the basis of the excavator, allowing to minimize the number of machines for execution of forestry works.

Keywords: forestry work, the modular system of machines, buncher.

В настоящее в России механизация выполнения лесохозяйственных работ, у многих лесозаготовительных предприятий – арендаторов лесных участков находится на низком уровне. Большинство таких предприятий относится к мелким, по годовому объему заготовки древесины, и не имеет финансовых возможностей закупать технику даже для лесосечных работ, не говоря уже о лесохозяйственных [1].

Снижение объемов лесохозяйственных работ приводит к снижению товарной стоимости древостоев к возрасту их спелости, накоплению низкотоварной древесины, которая приводит к убыткам лесозаготовительного производства [2].

Уменьшение числа машин в парке лесозаготовительного предприятия возможно при использовании модульного принципа формирования, предусматривающего использование нескольких технологических модулей на одной энергетической базе [3].

При этом также требуется предусмотреть решение вопроса транспортировки техники между лесосеками с минимальными затратами [4].

При проведении лесохозяйственных работ необходима широкозахватная машина кругового действия, способная, за счет использования сменных технологических (рабочих) органов выполнять почвообрабатывающие и посадочные операции, выполнять рубки ухода в молодняках, утилизировать порубочные остатки, выполнять погрузочно-разгрузочные работы [5].

Создать указанную машину наиболее целесообразно на базе серийно выпускаемых гусеничных экскаваторов, это должно обеспечить повышение надежности и доступность запчастей и сервиса.

Такая компоновка обладает следующими преимуществами [6].

Низкие инвестиционные затраты. Цена экскаватора ниже примерно на 30–50 % по сравнению с ценой лесной машины.

Меньшие затраты связанные с эксплуатацией и техническим обслуживанием по сравнению со специализированными машинами.

Экскаватор легче продать. Он сохраняет высокую остаточную стоимость даже по прошествии нескольких лет эксплуатации.

Экскаваторы предназначены для работы в тяжелых условиях. Поэтому имеют более длительный срок эксплуатации. Режим работы экскаватора – лесной машины более щадящий, чем режим экскаватора при копании.

Отсутствие простоя в работе. Экскаватор – лесная машина может эксплуатироваться круглый год, независимо от продолжительности периода работы на лесохозяйственных мероприятиях, помимо основной задачи, при смене технологического оборудования, он может использоваться в качестве процессора – для обрезки сучьев и раскряжевки на верхнем складе; погрузчика – при установке на него грейферного захвата; обычного экскаватора – для строительных и других работ.

Экскаваторные лесозаготовительные машины могут также успешно применяться и для проведения лесовосстановительных работ. Например, в качестве комбинированных машин для одновременной подготовки почвы и посева либо посадки. Технологическое оборудование для этого также навешиваются на стрелы экскаваторов. Манипулируя стрелой, оператор может высадить в радиусе 6–10 метров около 500 и более саженцев с закрытой корневой системой за один час [7].

Меньше передвижений в лесу: платформа экскаватора может поворачиваться на 360 градусов, позволяя оператору работать без потери обзора вокруг машины.

Стрела экскаватора – лесной машины все время движется вместе с кабиной, сохраняя хороший обзор рабочей зоны в течение всей работы.

Сменное технологическое оборудование не потребует от экскаватора наличия двигателя большой мощности и грузоподъемности рабочего оборудования. Проблема работы на почвогрунтах с низкой несущей способностью решается наличием у гусеничных экскаваторов ходовой части для разработки торфяников с увеличенной длиной ходовой части и шириной гусеницы 900 мм. Это особенно важно в период обработки почвы и посадки леса.

Снижение требуемой грузоподъемности позволяет использовать базовую машину меньшей массы и с двигателем меньшей мощности, а это даст снижение стоимости, уменьшение удельного расхода топлива и более удобную транспортировку.

Кроме создания такой машины, требуется разработать и отработать на практике несколько вариантов технологий ведения лесохозяйственных работ этой машиной, особенно выполнения рубок ухода за лесом, которые во многом позволяют формировать качество и товарную ценность будущих спелых древостоев [8].

Для обеспечения возможности использования на рубках ухода легких экскаваторов необходимо разработать захватно-срезающее устройство (ЗСУ) направленной валки, позволяющее не снимать дерево с пня, как это делают тяжелые валочно-пакетирующие машины (ВПМ), а направленно его валить в технологические просветы и коридоры. Также потребуется транспортная машина, для трелевки срубленных деревьев на верхний склад.

На рубках ухода за составом предлагаемая модульная машина может работать без транспортной машины, в качестве мульчера или чиппера [9].

Следует отметить, что в среднем, на перемонтаж технологического оборудования на стрелу экскаватора занимает около 30 мин.

Решить указанную задачу, в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства», возможно

за 3 года. Первый год – разработка и испытание ЗСУ. Второй год – создание рабочего оборудования адаптированного к данному комплексу для базового шасси Онежского тракторного завода «Онежец 400» [10; 11].

Третий год – отработка технологий применения при разных природно-производственных условиях ведения лесохозяйственных работ (лето, зима, почвогрунт, таксационные характеристики лесосечного фонда) и, что не маловажно, решения по транспортировке.

В итоге, возможно частично решить задачу импортозамещения и механизации выполнения лесохозяйственных работ даже на малых лесозаготовительных предприятиях. Лесная машина на базе продукции, например, «Тверского экскаваторного завода» или «Фирмы Лестехком» в зависимости от предполагаемых условий работы, трелевочный трактор на базе Онежца-400.

Погрузочное оборудование на экскаваторы известно. По расчетам, общий бюджет проекта составляет менее 50 млн руб. В результате, компания, готовая подключиться к реализации проекта может через 3 года стать отечественным производителем полного комплекса машин.

Предполагается следующая технология работы комплекса на рубках ухода за лесом с валкой при помощи гусеничного экскаватора с ЗСУ направленной валки.

Валка осуществляется легким гусеничным экскаватором с ЗСУ направленной валки. Валочная машина движется по извилистому коридору параллельно волоку на расстоянии 7 метров от оси волока с одной, а затем с другой стороны. Деревья валятся под углом к волоку, а комель укладывается на край волока. При этом ширина пасеки составит около 28 метров.

Для трелевки может применяться трелевочный трактор с кониковым зажимным устройством увеличенного объема без манипулятора. В этом случае, погрузка будет производиться на трелевочный трактор тем же гусеничным экскаватором, т.е. можно применять машины с ЗСУ направленной валки в режиме погрузки.

При необходимости, на верхнем складе деревья обрабатываются процессором. Возможна предварительная обрезка сучьев перед погрузкой на трелевочный трактор бензиномоторными пилами, с последующей укладкой сучьев на волок для его укрепления.

Для создания комплекса возможно использование и колесного трелевочного трактора, который, например, может производить по заявке компания «Альфа техник» город Орел на базе выпускаемого компанией «Альфа техник» сельскохозяйственного колесного трактора ОрТЗ-150К [12].

Предполагаемые параметры колесного трелевочного трактора: объем трелеваемой пачки (за комли) 7 м^3 производительность трелевки 21 м^3 в час, при среднем расстоянии трелевки 300 м.

Предполагаемые параметры гусеничного трелевочного трактора: объем трелеваемой пачки (за комли) 11 м^3 производительность трелевки 22 м^3 в час, при среднем расстоянии трелевки 300 м.

Библиографические ссылки

1. Григорьев И. В., Куницкая О. А., Тамби А. А. Повышение эффективности проведения малообъемных лесозаготовок // Устойчивое развитие науки и образования. 2017. № 2. С. 159–167.

2. Куницкая О. А. Обоснование направлений диверсификации обработки низкотоварной древесины на комплексных лесопромышленных предприятиях с использованием инновационных технологий. СПб. : СПбГЛТУ, 2015. 250 с.

3. Григорьев И. В. Снижение отрицательного воздействия на почву колесных тракторных агрегатов обоснованием режимов их движения и технологического оборудования. СПб. : СПбГЛТА, 2006. 235 с.
4. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Куницкая О. А. Переработка древесины на лесосеке: перспективы развития // Энергия: экономика, техника, экология. 2017. № 2. С. 27–33.
5. Григорьева О. И. Новая машина для проведения рубок ухода за лесом // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-2 (13-2). С. 116–119.
6. Григорьев И. В., Тихонов И. И., Якушева Т. В., Григорьева О. И. Новые варианты использования экскаваторных лесозаготовительных машин // Леспроектинформ, 2015. № 1. С. 80–84.
7. Сафин Р. Р., Григорьев И. В., Григорьева О. И., Разумов Е. Ю. Технология и машины лесовосстановительных работ : учеб. пособие. М. : Деревообрабатывающая промышленность, 2015. 230 с.
8. Григорьева О. И. Формирование рубками ухода сосновых насаждений повышенной устойчивости и ценности в условиях Ленинградской области : автореферат дис. ... канд. с/х наук. СПб. : СПбГЛТА, 2005 22 с.
9. Григорьев И. В., Чураков А. А., Фокин С. В., Григорьева О. И., Нгуен Ф. З. Измельчение древесины // Лесная индустрия, 2016. № 9 (101). С. 50–55.
10. Григорьев И. В. Научные школы лесопромышленного комплекса России // Дерево.ru, 2016. № 6. С. 42–46.
11. Григорьев И. В., Чураков А. А., Григорьева О. И. Перспективная конструкция гусеничного форвардера // Транспортные и транспортно-технологические системы: Материалы Международной научно-технической конференции. Тюмень: ТИУ, 2017. С. 140–144.
12. Григорьев И. В., Никифорова А. И., Чураков А. А., Цыгарова М. В. Перспективная колесная база для лесных машин // Леса России в XXI веке : материалы 11 Междунар. науч.-техн. интернет-конф., посвящ. 85-летию Лесоинженерного факультета СПбГЛТУ и 95-летию кафедры Сухопутного транспорта леса. СПб. : СПбГЛТУ: 2014. С. 32–38.

© Григорьева О. И., 2017

ТЕХНОЛОГИИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЦИФРОВОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Е. В. Грицкевич, А. К. Гаилов

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Важность и возможности применения технологии 3D-моделирования и цифрового прототипирования в лесном машиностроении дает возможность смоделировать детали любой сложности. Сам процесс 3D-печати занимает всего несколько часов, это сокращает время проектирования уже готовых изделий.

Ключевые слова: 3D-моделирование, цифровое прототипирование, 3D-принтер, 3D-печать.

THE TECHNOLOGY OF 3D MODELLING AND DIGITAL PROTOTYPING IN FOREST ENGINEERING

E. V. Gritskevich, A. K. Gaibov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The importance and possibilities of application of technology of 3D-modeling and digital prototyping in the forest engineering gives the ability to simulate the details of any complexity. The process of 3D-printing takes only a few hours, it reduces the time of designing the finished products.

Keywords: 3D-modeling, digital prototyping, 3D-printer, 3D-printing.

Как показывает опыт преодоления мирового экономического кризиса ведущими производителями наукоемких изделий машиностроения для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции помимо обеспечения заявленных характеристик необходимо обеспечить и минимальные сроки освоения изделий.

Технологии цифрового прототипирования и технологии прямого безинструментального производства на передовых западных предприятиях уже несколько десятилетий являются обязательным этапом в процессе разработки и подготовки производства любого нового изделия практически во всех отраслях машиностроения: авиационной промышленности, автомобилестроения, приборостроения, электротехнической промышленности.

При разработке дизайна материального объекта большую роль играет этап макетирования или цифровое прототипирования. Под макетированием (фр. *maquette* – масштабная модель) обычно понимают изготовление модели объекта в уменьшенном масштабе или в натуральную величину, как правило без функциональности представляемого объекта. Макет предназначен для визуализации объекта и используется в тех случаях, когда представление оригинального объекта неоправданно дорого или невозможно. Про-

тотипирование (англ. prototyping) – это быстрая «черновая» реализация базовой функциональности объекта для анализа работы системы в целом. После этапа прототипирования в большинстве случаев следуют этапы пересмотра объекта, разработки, реализации и тестирования конечного продукта. Данные этапы позволяют не только оценить внешний вид разрабатываемого изделия, но и проверить элементы конструкции, ее эргономику, собираемость, провести необходимые испытания, изготовить мастер-модель для последующего литья и многое другое [1; 2]. При использовании технологий 3D-моделирования и цифрового прототипирования практически исключается длительный и трудоемкий этап изготовления опытных образцов вручную или на станках с ЧПУ. Современные технологии позволяют чрезвычайно оперативно получить точный макет или прототип с минимальными трудозатратами. Одной из таких самых простых и доступных технологий, получающих всё более широкое распространение, является быстрое прототипирование (3D-выращивание) с применением 3D-принтеров, позволяющие создавать модели любой сложности. С помощью 3D-прототипирования можно вырастить макет объекта, чтобы оценить его достоинства и недостатки, которые на бумаге попросту не видны, и внести необходимые изменения в проект. Трехмерное прототипирование позволяет тем самым снизить издержки, связанные с разработкой продукции. Мировая практика показывает, что прототипирование изделий на стадии проектирования позволяет в 2–4 раза сократить сроки и стоимость разработки и технической подготовки производства новой продукции, если инженерам и дизайнерам вместо множества чертежей и компьютерных 3D-моделей дать посмотреть на реальный объект. Кроме того, на готовой модели можно проводить различные тесты еще до того, как будет готов окончательный вариант изделия или те тесты, которые на готовом изделии провести невозможно. Однако главное, такую модель можно сделать очень быстро, что в наше время высоких скоростей очень важно. Также макет или прототип необходим в тех случаях, когда необходимо оценить дизайн объекта в среде его применения или эргономичность его использования. На сегодняшний день уже сформировалась целая индустрия быстрого прототипирования (Rapid Prototyping – RP), которая как раз и занимается разработкой и использованием технологий объемной печати для этих целей [3; 6; 7].

Также технологии быстрого прототипирования позволяют организовать и мелко-серийное производство. Например, возможность изготовления литейных форм, выплавляемых (выжигаемых) моделей, а также за сравнительно небольшое время можно получить готовое изделие сложной конфигурации, даже состоящее из набора подвижных относительно друг друга деталей.

3D-прототипирование изделий с применением 3D-принтеров в общем случае представляет собой послойное построение физической конструкции на основе разработанной математической 3D модели. Быстрое прототипирование включает несколько этапов, первым из которых является компьютерное 3D-моделирование. Данный этап может быть выполнен практически в любом пакете 3D-моделирования, позволяющем выполнить последующий экспорт модели в формат STL, который «понимают» все 3D-принтеры. Далее компьютерная 3D-модель открывается в поставляемом с 3D-принтером программном обеспечении, где, в зависимости от используемой технологии выращивания, можно выполнить позиционирование модели в рабочем пространстве (для минимизации затрат материала и времени), выбрать необходимое качество выращивания, материал, тип поверхности и т. п., получить прогноз на затраты материала и времени. На следующем этапе производится выращивание модели на 3D-принтер. На заключительном этапе, при необходимости, производится механическая доработка и покраска выращенной модели.

Из анализа научно литературы можно выявить различные технологии для выращивания модели в 3D-принтере, которые можно разделить на две большие группы: лазерные и струйные.

Первой технологией трехмерной печати была стереолитография (Stereo Lithography или SLA). Основой её является жидкий фотополимер в рабочей зоне принтера и He-Cd (гелиевокадмиевый) лазер. Стереолитография позволяет получить точность «отпечатка» порядка десятых долей миллиметра, хорошо воспроизводит мелкие детали и обеспечивает достаточно ровную поверхность объекта. Готовые модели выдерживают нагрев до 100 °С без изменений формы и размеров. Шероховатость поверхности без какой-либо обработки не превышает 100 мкм. Отверждённый фотополимер легко полируется. Прочность готовых деталей сравнима с прочностью изделий из отверждённых эпоксидных смол. Эта технология лучше всего отработана и наиболее широко распространена. Минусами технологии является высокая цена установки и материалов.

Ещё одним методом трехмерной печати является селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering – SLS). Рабочий материал – полимерный порошок. Лазерное спекание обеспечивает достаточно высокое качество деталей, но поверхность при этом у них получается пористой. Полученные методом SLS модели имеют наивысшую из аналогов прочность. Также лазерное спекание позволяет изготавливать модели с подвижными частями. Ещё одним огромным плюсом данной технологии является то, что для SLS-процесса разработаны специальные материалы, позволяющие напрямую изготавливать металлические детали. В качестве порошка здесь используются микрочастицы стали, покрытые сверху слоем связующего пластика. По своим механическим характеристикам материал полученных деталей превосходит алюминий и приближается к классической нержавеющей стали. Также имеется аналогичный материал с керамической или стеклянной сердцевиной – из него можно делать модели, устойчивые к высоким температурам и агрессивным химическим веществам. Из минусов можно выделить скорость производства, которая составляет несколько сантиметров (высоты) в час (плюс, несколько часов на нагревание и остывание установки), а также высокую стоимость установки и материалов.

Существует ещё одна технология выращивания трехмерных моделей с использованием лазера это изготовление моделей из ламинатов (ламинирование). Классическим рабочим материалом при ламинировании служат листы бумаги с тонким полиэтиленовым наружным слоем, но существуют устройства, использующие принципы этой технологии для работы с пластиком, керамикой и металлической фольгой. Как и в других технологиях, выращивание производится послойно. Преимуществами моделей, созданных по технологии ламинирования, является надежность, устойчивость к деформациям, сравнительно низкая стоимость.

Помимо технологий создания трехмерных моделей с использованием лазера, существуют, так называемые, струйные технологии, которые несколько не отстают от лазерных, а некоторых аспектах даже превосходят их.

Одна из таких технологий основана на моделировании изделия сплавляемыми частицами Fused Deposition Modeling (FDM). Суть технологии состоит в том, что в управляемую двухкоординатную нагревательную головку с внешних катушек подается материал (практически любой промышленный термопластик) в виде проволоки диаметром около 1,25 мм. В головке происходит плавление проволоки и разогретый термопластик выдавливается в виде капель на охлаждаемую платформу. Капли очень быстро застывают, практически, как только выходят из фильеры, и слипаются друг с другом, формируя слой объекта прототипирования. Минимальная толщина слоя, обеспечиваемая данной технологией, составляет порядка 0,12 мм. Габариты изготавливаемых объектов до 600×600×500 мм. Также стоит отметить сравнительно невысокую цену оборудования и материалов.

Следующие две технологии струйной 3D-печати – это Polyjet и Polyjet Matrix. Технология PolyJet позволила быстро изготавливать сложные модели любой формы.

Технология PolyJet работает по принципу послойного нанесения подвижной двухкоординатной головкой фотополимерных материалов на платформу с ультратонким слоем толщиной 16 мкм. Модель, как обычно, печатается слой за слоем, причем разрешение в слое составляет до 600×600 dpi. Каждый отпечатанный слой полимеризуется в твердый пластик под действием ультрафиолетовой лампы сразу после нанесения. Построенные модели не требуют дополнительного отверждения и могут сразу использоваться.

Усовершенствованным вариантом технологии PolyJet является PolyJet Matrix. Эта технология, позволяет использовать два различных типа модельных материалов одновременно. Двухкомпонентный процесс может комбинировать материалы различными способами, позволяя использовать два различных твердых материала, два различных эластичных, любую комбинацию с прозрачным материалом или использование только одного вида материала. Это позволяет получать любой композиционный материал, называемый Digital Material, с заранее заданными свойствами: прочностными, растяжение, температурными и твердостью.

Таким образом, плюсами технологии является высокая точность и скорость изготавливаемых деталей, достаточно большие размеры деталей, возможность использовать разные материалы, для получения объектов с различными физическими свойствами. К недостаткам можно отнести необходимость использовать дополнительный материал поддержки и необходимость отмытки модели от него (в комплекте с 3D-принтерами Objet поставляется специальная моечная станция, которая ускоряет и упрощает этот процесс).

И еще одна ныне существующая технология струйной печати Z Corporation. В качестве основного материала используется порошок на основе гипса или крахмала. Печатающая головка распыляет послойно на порошок клеящий состав, связывающий между собой гранулы порошка, образуя сечения детали. После построения всей детали лишний порошок стряхивается. Важной особенностью данной технологии является то, что клеящий состав может быть с добавлением пигментных красителей, что позволяет получать полноцветные модели с глубиной цвета 24 бита. Полученные гипсовые модели можно сразу использовать в качестве форм для литья. Отрицательным моментом технологии является невысокая прочность гипсовых моделей.

Также существует интересная модификация технологии Direct Metal Process, которая работает абсолютно аналогично технологии Z Corporation. Только вместо гипсового порошка применяются порошок металлический. Далее сформованное изделие обжигается в печи, так что порошок либо сплавляется сам, либо связывается более легкоплавким металлом (как и при лазерном спекании металлических порошков). Таким образом, возможно получение металлических деталей в кратчайшие сроки.

Таким образом, технологии 3D-прототипирования позволяют экономить массу времени и сил инженерам во всех областях машиностроения.

Одним из свидетельств бурного развития данных технологий можно считать проект RepRap. Проект RepRap – инициатива, направленная на создание самокопирующегося устройства, которое может быть использовано для быстрого прототипирования и производства. Устройство RepRap представляет собой 3D-принтер, способный создавать объемные объекты на основе моделей, сгенерированных компьютером. Авторы проекта определяют «самокопирование» как способность аппарата воспроизводить компоненты необходимые для создания другой версии себя. Аппарат представляет собой разработку с общедоступными наработками [3–5].

Из исследуемой литературы видно что, технологии 3D-прототипирования активно развиваются: появляются новые, совершенствуются старые, появляются новые направления использования принципов 3D-прототипирования.

Библиографические ссылки

1. Зленко М. А., Попович А. А., Мутылина И. Н. Аддитивные технологии в машиностроении : учеб. пособие. Санкт-Петербургский гос. политех. ун-т, 2013. 183 с.
2. Будущее машиностроения России : сб. тр. Всерос. конф. молодых учёных и специалистов (28 сентября – 01 октября 2011 г., Москва) / МГТУ им. Н. Э. Баумана. М., 2011. 332 с.
3. Прототипирование при проектировании новых изделий машиностроения / П. Г. Колесников [и др.] // Новые материалы и технологии в машиностроении : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Вып. 23. Брянск : БГИТУ, 2016. С. 70–72.
4. Материалы с сайта компании Z-Corporation [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zcorp.com/> (дата обращения: 23.03.2017).
5. Материалы с сайта компании Objet [Электронный ресурс]. URL: <http://objet.com/> (дата обращения: 03.05.2017).
6. Материалы с официально сайта проекта RepRap [Электронный ресурс]. URL: <http://reprap.org/> (дата обращения: 10.05.2017).
7. Афанасьева К. 3D-принтеры [Электронный ресурс]. URL: <http://www.3dnews.ru/peripheral/3d-print/index3.htm> (дата обращения: 13.04.2017).

© Грицкевич Е. В., Гаилов А. К., 2017

ВОЗМОЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. В. Грицкевич, А. С. Мещерякова

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Инженерная графика способствует развитию способностей технического творчества студентов еще на этапе их становления как специалистов в различных машиностроительных областях.

Ключевые слова: инженерная графика, машиностроительный чертеж, 3D-моделирование.

POSSIBILITIES OF ENGINEERING GRAPHICS FOR PREPARATION OF HIGH QUALIFIED FRAMES FOR FOREST INDUSTRY

E. V. Gritskevich, A. S. Meshcheryakova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Engineering graphics contributes to the development of abilities and technical creativity of students at the stage of their formation as specialists in various engineering fields.

Keywords: engineering graphics, engineering drawing, 3D-modeling.

Актуальность изучения новых технологий уже в процессе изучения инженерной графики основана на развитии факторов современной техники: конкуренции качества и информатизации интеллектуальной деятельности инженера.

В связи с этим конечная цель изучения инженерной графики видится нам в умении будущего инженера пользоваться высокотехнологичными средствами компьютерного моделирования, быстрого прототипирования и технологий прямого безинструментального производства изделий наукоемкого машиностроения при использовании самых передовых технологий и инновационного оборудования «умного производства» наукоемкого машиностроения.

Задачами подготовки высококвалифицированных кадров для лесной промышленности является умение ими использовать технологий прототипирования и прямого производства, в котором представлены самые передовые инновационные технологии «умного производства» по созданию конкурентоспособных изделий наукоемкого машиностроения состоят в следующем:

– освоение и развитие современных технологий быстрого прототипирования и прямого производства;

- адаптация технологий и лучших мировых практик к требованиям и специфике промышленного производства России;
- подготовка специалистов, обладающих экспертными знаниями в области применения технологий быстрого прототипирования и прямого производства;
- решение производственных задач предприятий региона;
- разработка новой, инновационной продукции с применением технологий быстрого прототипирования и прямого производства.

Первым этапом при подготовке инженера нового типа является применение в учебном процессе заданий, заставляющих студента переходить от традиционных компоновочных решений к процессу создания пространственно-графических моделей [1–3].

Машиностроительный чертеж является примером максимально полной графической модели технологического плана, в котором должно присутствовать поисковое конструирование, связанное с объемно-пространственным строением формы. Незаменимыми в этом плане являются задачи твердотельного моделирования, предлагаемые на занятиях по машинной графике. Эти задачи позволяют проанализировать структуру поверхностей, образующих форму, определить объемную и пространственную выразительность объекта (3D-моделирование), а затем синтезировать определенным образом. Умение быстро ориентироваться в построении 3D-модели в процессе изучения инженерной графики дает будущему инженеру текущие и перспективные результаты использования интегрированных инженерных технологий, повышение качества и конкурентоспособности изделий благодаря возможности производства функциональных прототипов на самых ранних стадиях разработки, анализа изделия с точки зрения потребителя, функциональности, ремонтпригодности и т. п. Одним из важнейших результатов умения использования компьютерного моделирования является демонстрация реальной работы, что позволяет в результате получить полнофункциональный действующий прототип проектируемого изделия наглядно оценить и повысить его преимущества.

В рамках работы по 3D-моделированию обучающиеся получают базовые навыки 3D-моделирования, быстрого прототипирования оборудования и его элементов, практические навыки работы с высокотехнологичным устройством [6; 8]. Для 3D-моделирования используются специальные программы, которые называются редакторы трехмерной графики, или 3D-редакторы. Результатом работы в любом редакторе трехмерной графики является анимационный ролик или статическое изображение, просчитанное программой. Чтобы получить изображение трехмерного объекта, необходимо создать в программе его объемную модель. В системах 3D-моделирования используются три типа геометрических моделей конструируемых объектов: каркасные (проволочные), поверхностные и твердотельные. Исторически первыми появились каркасные модели. Конструктивными элементами каркасной модели являются ребра и вершины. Основное преимущество каркасных моделей – простота, но с их помощью можно моделировать ограниченный класс объектов с использованием в качестве аппроксимирующих поверхностей плоскостей и поверхностей второго порядка. При использовании таких моделей возможны различные интерпретации одной модели, поскольку известны только ребра и вершины.

В современных системах 3D-моделирования каркасные модели используются при отображении конструируемых объектов как один из методов визуализации. Поверхностная модель кроме вершин и ребер содержит грани (прямоугольные или треугольные), необходимые для аппроксимации поверхностей. Поверхностная модель позволяет описывать иногда достаточно сложные поверхности. Такую возможность часто добавляют к каркасным моделям для описания поверхностей изделия, которые невозможно автоматически определить по каркасной модели. Однако такая гибридная модель (каркас-

ная плюс поверхностная) не обеспечивает однозначности, которая позволяла бы определить, ограничивают ли заданные поверхности некоторый объем. Поверхностная модель во многих случаях соответствует нуждам промышленности (авиационная промышленность, машиностроение, автомобилестроение, лесное машиностроение и т. д.) при описании сложных форм и работе с ними. Возможны различные виды задания поверхностей (плоскости, поверхности вращения, линейчатые поверхности). Используются различные математические модели аппроксимации поверхностей (методы Кунса, Безье, В-сплайны). Около десяти лет назад поверхностное моделирование являлось основным видом описания объектов в большинстве систем геометрического моделирования. Сейчас ситуация меняется буквально на глазах – на смену традиционным системам автоматизированного проектирования приходят интегрированные CAD/CAM/CAE-системы, у которых функциональные возможности геометрического ядра настолько развиты, что позволяют формировать твердотельные модели, ограниченные произвольными криволинейными поверхностями.

Наиболее известные коммерческие ядра твердотельного геометрического моделирования для CAD/CAM/CAE-систем – ACIS (SpatialTechnology) и Parasolid (UnigraphicsSolutions). Конструктивными элементами твердотельной модели являются вершины, ребра и грани. Грань – это часть поверхности твердого тела, как правило, ограничивается ребрами. Ребро – это линия пересечения соседних граней. Вершина – точка, которой оканчиваются ребра. В большинстве систем геометрического моделирования применяют метод конструктивной твердотельной геометрии. В этом случае объекты собирают из твердотельных базовых элементов и/или элементов тела, полученных кинематическим методом. Самое простое твердое тело в этом случае образуется при движении какого-либо замкнутого контура. Контур может быть плоским или иметь сложную пространственную конфигурацию. Движение может быть поступательным, вращательным или по произвольной траектории. На базе созданных таким образом тел можно создавать новые. Например, можно сгладить ребра, отклонить грани, сложить одно тело с другим и др. В каждом случае остается один объект – твердое тело. Оно обладает такими свойствами, как масса, объем, материал и т. д. Базовые твердотельные элементы могут представлять собой элементарные геометрические фигуры типа прямоугольного параллелепипеда, цилиндра, усеченного конуса, призмы и т. п. Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания, пересечения) над объемными примитивами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и так далее) [4; 5; 7; 9].

Библиографические ссылки

1. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. Минск : Беларусь, 1994. 474 с.
2. Альтшуллер Г. С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. Петрозаводск : Скандинавия, 2003. 189 с.
3. Даутова О. Б., Крылова О. Н. Современные педагогические технологии в профильном обучении : учеб.-метод. пособие для учителей / под ред. А. П. Тряпицыной. СПб. : КАРО, 2006. 176 с. ISBN 5-89815-791-3.42.
4. Добринский Е. С. Быстропрототипирование: идеи, технологии, изделия // Полимерные материалы. 2011. № 9. 148 с.
5. Долгоруков А. М. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.evolkov.net/case/case.study.html>, свободный. Загл. с экрана.

6. Иванова Е. О., Осмоловская И. М. Теория обучения в информационном обществе. М. : Просвещение, 2011. 190 с. (Работаем по новым стандартам). ISBN 978-5-09-022055-2.

7. Казмирчук К., Довбыш В. Аддитивные технологии в российской промышленности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://konstruktor.net/podrobnee-det/additivnye-tehnologii-v-grossijskojpromyshlennosti.html>, свободный. Загл. с экрана.

8. Корячко В. П., Курейчик В. М., Норенков И. П. Теоретические основы САПР. М. : Энергоатомиздат, 1987. 400 с.

9. Фомин Б. Rhinoceros 3D-моделирование : пер. с англ. М. : Слово, 2005. 290 с.

© Грицкевич Е. В., Мещерякова А. С., 2017

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАЛА КРУГЛОПИЛЬНОГО СТАНКА

М. Ю. Демина¹, З. И. Кормщикова², Д. Лапунков¹, А. Осипов¹

Сыктывкарский лесной институт – филиал Санкт-Петербургского
государственного лесотехнического университета имени С. М. Кирова
Российская Федерация, г. Сыктывкар

Выполнено проектирование вала круглопильного станка, в котором используются две дисковые пилы. Рассмотрены варианты расположения дисков на консоли и с промежуточной опорой.

Ключевые слова: круглопильный станок, вал, силы резания, допустимое напряжение.

DESIGNING OF THE ROUND OF THE ROUND-STABLE MACHINE

M. Yu. Demina¹, Z. I. Kormschikova², D. Lapunkov¹, A. Osipov¹

Syktывkar Forest Institute – branch of St. Petersburg State Forestry University
named after S. M. Kirov
Syktывkar, Russian Federation

Designed circular shaft of the machine, which uses two circular saws. Considered options for the location of discs on the console and with intermediate support.

Keywords: circular saw, shaft, cutting forces, the allowable voltage.

При обработке дерева производят операции пиления, строгания, сверления, фрезерования, долбления отверстий и шлифования. Выполнение этих операций осуществляют с помощью машин, имеющих электро-, мото- или гидропривод. Используют машины общего назначения (сверлильные, шлифовальные и т. д.), распиловочные и деревообрабатывающие, долбежники и др.

Пиление древесины осуществляют одно- и многолезцово-й пилой, имеющей вид диска или цепи с зубьями, выполняющей возвратно-поступательное, поступательное или вращательное движение.

Круглопильными станками распиливают пиломатериалы, щиты и заготовки. По назначению их разделяют на станки продольной, поперечной распиловки и универсальные, на которых можно выполнять продольную, поперечную и угловую распиловку. Станок имеет распиловочный нож, противовыбрасыватель и ограждение пилы, обеспечивающие безопасную работу. Универсальный станок состоит из станины, на которой размещен стол с упорным угольником и закреплена направляющая линейка для распиливаемого материала. Пиломатериал перемещается параллельно пильному диску, который приводится во вращение от электродвигателя.

Цель работы заключается в проектировании вала, на который насаживаются два распиловочных диска круглопильного станка для продольной распиловки. Расчет выполнен по третьей теории прочности, рассмотрены различные варианты посадки распиловочных дисков на вал.

В первом варианте рассматривается приведенная на рис. 1, а схема посадки на вал двух распиловочных дисков и клиноременной ведущей передачи, одна из опор устанавливается между распиловочными дисками. Во втором варианте (рис. 1, б) распиловочные диски располагаются на консоли вала, а ведущая клиноременная передача между опорами.

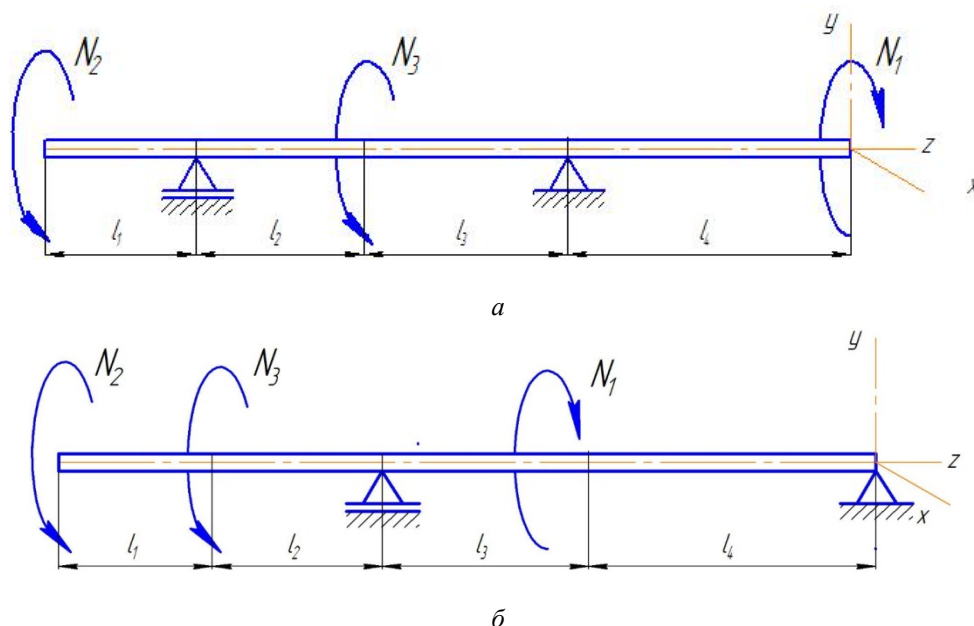


Рис. 1. Схема посадки передач на вал круглопильного станка:
а – вариант № 1; б – вариант № 2

Угловую скорость распиловочного диска рассчитывали, задавая окружную скорость зубьев v ,

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{2v}{D}, \quad (1)$$

затем находили необходимое число оборотов:

$$n = \frac{\omega}{2\pi}. \quad (2)$$

Крутящие моменты ведущей клиноременной передачи M_1 и распиловочных дисков $M_2 = M_3$ определяли по следующим формулам:

$$M_1 = \frac{N_1}{2\pi n}, \quad M_2 = \frac{N_2}{2\pi n}, \quad M_3 = \frac{N_3}{2\pi n}. \quad (3)$$

Для клиноременной передачи справедливы следующие соотношения усилий и крутящих моментов:

$$t_1 = \frac{M_1}{D_1}, \quad T_1 = 3t_1. \quad (4)$$

На рис. 2 приведена схема действия сил резания на каждом распиловочном диске: P_0 – касательная составляющая силы резания; Q – нормальная составляющая силы резания. Величину усилий резания находили согласно уравнениям

$$P_0 = \frac{2M_2}{D}, \quad Q = 0,8P_0. \quad (5)$$

При определении горизонтальной составляющей S_1 и вертикальной составляющей S_2 силы резания учитывали средний угол на дуге контакта $\varphi_{\text{ср}}$:

$$S_1 = P_0 \cos \varphi_{\text{ср}} + Q \sin \varphi_{\text{ср}}, \quad S_2 = P_0 \sin \varphi_{\text{ср}} - Q \cos \varphi_{\text{ср}}. \quad (6)$$

Средний угол резания рассчитывали по формуле

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}}}{2} + \varphi_{\text{вх}}, \quad \varphi_{\text{ср}} = \frac{\arccos\left(\frac{a+H}{R}\right) + \arccos\left(\frac{a}{R}\right)}{2}, \quad (7)$$

где $\varphi_{\text{вх}}$ – угол входа распиловочного диска в пропи́л; $\varphi_{\text{вых}}$ – угол выхода пилы из пропи́ла; H – высота пропи́ла; a – расстояние от оси пильного вала до поверхности стола (рис. 2).

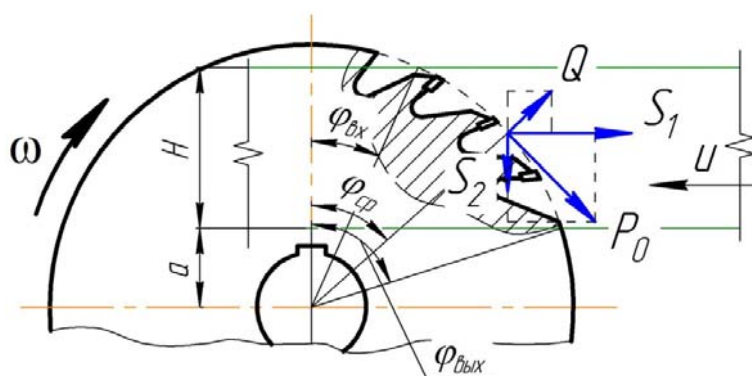


Рис. 2. Схема действия сил резания

В расчетах принимали высоту пропи́ла $H = 80$ мм, расстояние от оси пильного вала до поверхности стола $a = 70$ мм, диаметр распиловочного диска $D = 2R = 315$ мм.

На рис. 3 представлена пространственная схема вала с приложенными к валу нагрузками: усилиями на распиловочных дисках, натяжением ветвей ремня клиноременной передачи и собственным весом укрепленных на валу деталей. Окружное усилие на распиловочных дисках направлено в ту сторону, в которую направлен момент на соответствующем диске.

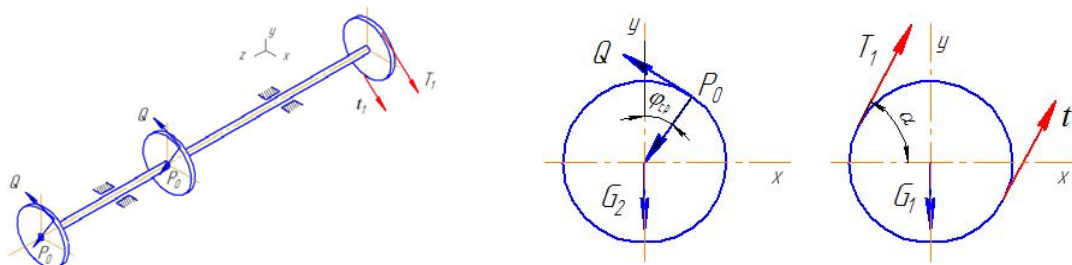


Рис. 3. Пространственная схема вала

Усилия раскладываются на горизонтальные и вертикальные составляющие и приводятся к оси вала (рис. 4).

В соответствии с методом плоских сечений строятся эпюры изгибающих моментов в горизонтальной и вертикальной плоскостях. По эпюрам крутящего и изгибающих

моментов строили эпюру приведенного момента по третьей теории прочности, приведенный момент для каждого сечения рассчитывали, как:

$$M_{\text{пр}}^{\text{III}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_{\text{кр}}^2} \quad (8)$$

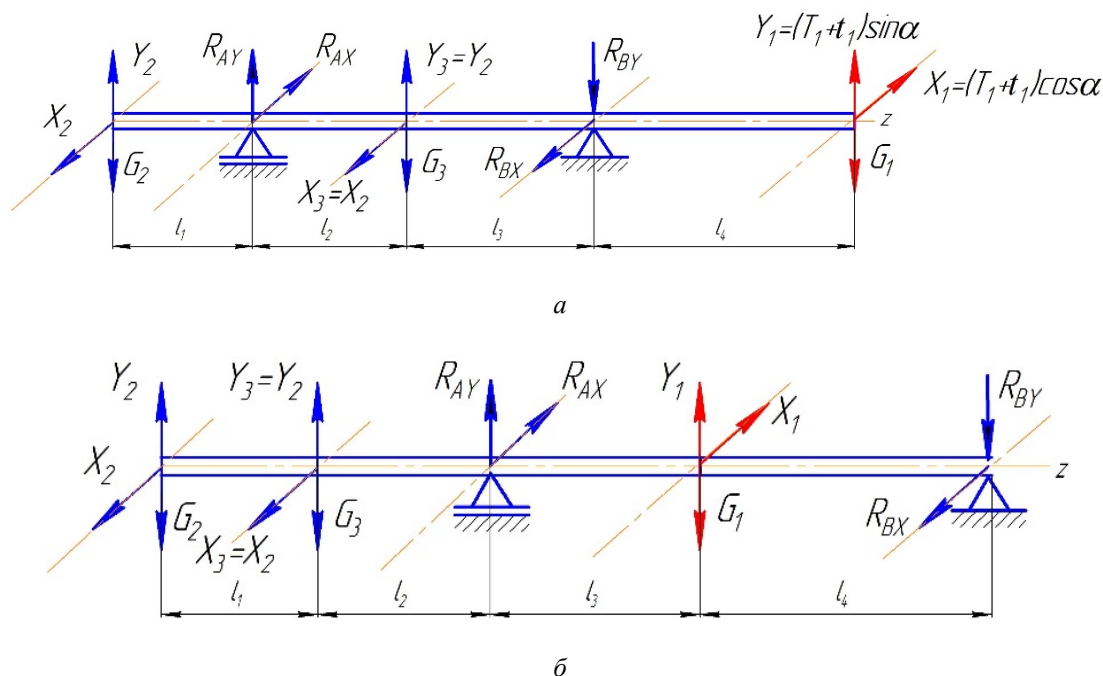


Рис. 4. Схема усилий, приведенных к оси вала:
а – вариант № 1; б – вариант № 2

Диаметр вала определяли согласно условию прочности по нормальным напряжениям при изгибе:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{пр}}^{\text{max}}}{W_x} \leq [\sigma], \quad (9)$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 M_{\text{пр}}^{\text{max}}}{\pi [\sigma]}} \quad (10)$$

– допустимое напряжение принимали равным $[\sigma] = 200$ МПа, что соответствует стали марки 40.

Исходными данными являются мощность ведущей клиноременной передачи N_1 , которая распределяется поровну между пилами $N_2 = N_3$, угол ведущей передачи α , диаметр дисков D_1 , вес пил $G_2 = G_3$ и передачи G_1 , окружная скорость диска.

Результаты расчетов приведены в виде графиков распределения моментов по длине вала (рис. 5). Для первого варианта размещения передач на валу опасным сечением является сечение над правым опорным подшипником (рис. 5, а), для второго варианта – над левым опорным подшипником.

По результатам расчета приведенного момента определены диаметры вала для первого и второго вариантов распределения усилий (рис. 6). Для варианта № 1 с опорой

между дисками наибольшее значение диаметра вала получилось для угла наклона ремней клиноременной передачи $\alpha = 0^\circ$, наименьшее для угла $\alpha = 90^\circ$ (рис. 6, а). Для варианта № 2 диаметр вала не зависит от угла α , так как наибольший приведенный момент определяется только усилиями, действующими на распиловочных дисках.

Исходные данные для расчетов

Наименование	Ведущая мощность	Ведомые мощности		Диаметр шкива	Диаметр распиловочного диска	Линейная скорость	Угловая скорость	Число оборотов	Вес ведущей передачи	Вес ведомой передачи	
Обозначение	N_1	N_2	N_3	D	D_1	v	ω	n	G_1	G_2	G_3
Размерность	кВт	кВт	кВт	м	м	м/с	рад/с	об/мин	Н	Н	Н
Значение	30	15	15	0,315	0,2	70	444,4	4244,1	300	18	18

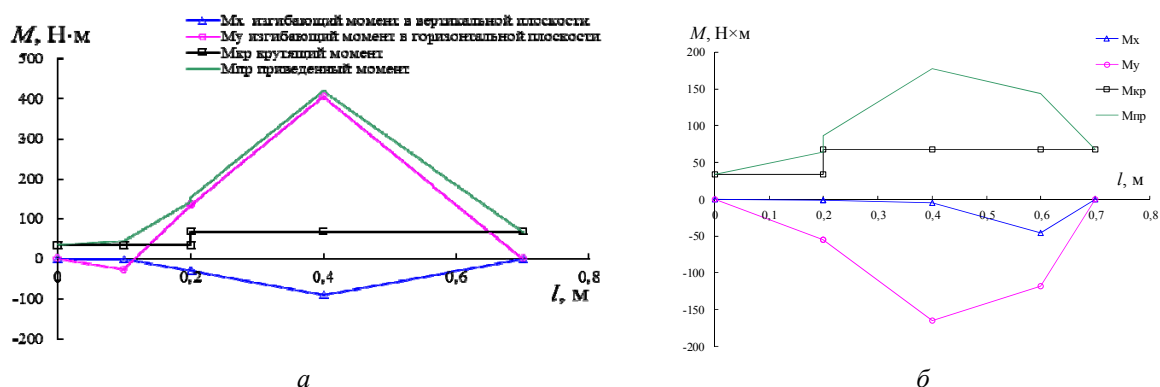


Рис. 5. Распределение моментов вдоль вала:
а – вариант № 1; б – вариант № 2

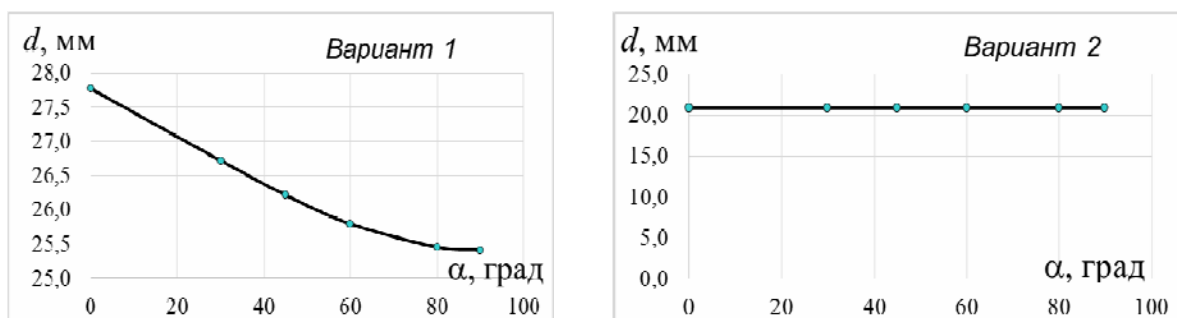


Рис. 6. Зависимость диаметра проектируемого вала от угла наклона ветвей клиноременной передачи

Выводы. Диаметр вала при установке опорного подшипника между распиловочными дисками уменьшается при увеличении угла наклона ветвей ведущей клиноременной передачи; при консольном закреплении распиловочных дисков диаметр вала не зависит от угла наклона ветвей клиноременной передачи. Решающее значение при выбо-

ре варианта расположения передач и опорных подшипников на валу круглопильного станка имеет расчет на жесткость.

Библиографические ссылки

1. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. М. : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1999. 592 с.
2. Ганапольский С. Г., Копылов В. В. Определение мощности механизмов подачи и резания деревообрабатывающего станка : метод. указания к практ. занятиям по курсу «Оборудование отрасли». Киров : Изд-во ВятГУ, 2009. 24 с.

© Демина М. Ю., Кормщикова З. И., Лапуньков Д., Осипов А., 2017

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВЕСКИ ГУСЕНИЧНЫХ ТРЕЛЕВОЧНЫХ МАШИН КАК РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ РАБОТЫ

С. Н. Долматов

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

В условиях интенсификации лесозаготовительного производства одним из определяющих требований к трелевочной технике является повышение ее производительности. Повышение мощности двигателя не приводит к значительному росту производительности трелевочных машин. Совершенствование подвески трелевочных тракторов – важная задача, стоящая перед изготовителями тракторов.

Ключевые слова: трелевочный трактор, производительность, торсионная подвеска.

IMPROVEMENT OF SUSPENSION CROSS-CUTTING MACHINES – AS A RESERVE TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THEIR WORK

S. N. Dolmatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In conditions of intensification of logging production, one of the most important requirements for skidding equipment is the increase in its productivity. The increase in engine power does not lead to a significant increase in the performance of skidders. Improving the suspension of skidders is an important task facing the manufacturers of tractors.

Keywords: skidding tractor, performance, torsion suspension.

Современный лесозаготовительный процесс характеризуется многообразием применяемой техники и технологических приемов выполнения работ. Лесозаготовительные предприятия имеют на своем вооружении как примитивную технологию с большой долей ручного труда, так и современные технологические процессы с использованием сложной отечественной и зарубежной техники. Лесозаготовительной технике при выполнении лесосечных работ даже в рамках одного предприятия приходится работать в различных природно-производственных условиях, определяющих успешность и эффективность применения техники и технологий. Это климатические, почвенно-грунтовые, лесорастительные и производственные условия.

Одной из самых трудоемких операций лесозаготовительного процесса является трелевка, доля затрат труда на которую достигает 65–70 % и более [1]. Традиционно на трелевке задействованы колесные или гусеничные трелевочные тракторы, которые занимают ведущее положение в удовлетворении постоянно растущих потребностей лесной промышленности в транспортировке лесоматериалов в труднопроходимых услови-

ях лесосек. Главным критерием, определяющим перспективность применения машин, является производительность и себестоимость технологических операций. [2]

В последнее время, за рубежом и в нашей стране все большее распространение получают колесные трелевочные тракторы, форвардеры и скиддеры. Применение колесного движителя дает возможность существенно увеличить скорость трелевки леса, следовательно, и производительность. Однако успешное применение колесных трелевщиков возможно при освоении лесосек с достаточной несущей способностью грунта. А таких лесосек сравнительно немного. В части потребности в лесных машинах около 60 % лесных регионов отмечают острую необходимость в технике для разработки лесосек со слабонесущими грунтами и 81,5 % отмечают потребность в доступных по цене и надежности отечественных машинах [3].

Высокая маневренность, проходимость и приспособленность для работы в различных условиях делают гусеничный трактор одним из наиболее востребованных средств перевозки лесных грузов. Кроме того, базовое шасси трелевочного трактора используется как база под лесозаготовительные машины различного назначения. В России имеется большая конструкторская школа Онежского и Алтайского тракторных заводов, длительное время выпускавших специализированные гусеничные трелевочные тракторы. Машины семейства ТТ-4, ТТ-4М, ТДТ-55, ТЛТ-100 ввиду достаточно высоких технико-экономических характеристик (для своего времени), получили широчайшее применение. Однако по ряду технических характеристик они не отвечают современным запросам. Причиной тому служит длительный (более 40 лет) срок серийного производства без существенных модернизаций.

Проблема повышения универсальности отечественных тракторов и расширения сферы их применения всегда имела большое значение. Но особую остроту она приобрела в наше время вследствие происходящих изменений в лесном комплексе.

Рассматривая отечественные специализированные гусеничные трактора (а это, прежде всего машины, полученные в ходе модернизации тракторов ТДТ-55, ТТ-4), можно увидеть закономерную движению в сторону увеличения мощности двигателя, нагрузки на щит, улучшение эргономики рабочего места.

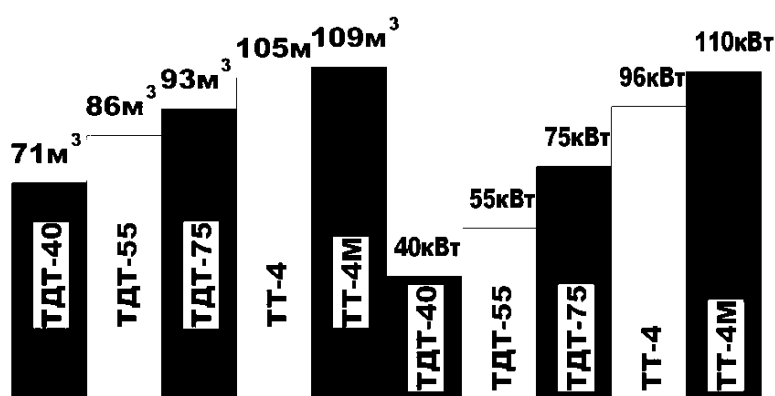


Диаграмма мощности и производительности гусеничных трелевочных машин

Анализируя данные диаграммы, можно прийти к выводу, что рост мощности двигателя вовсе не обеспечивает симметричный пропорциональный рост производительности машин. Так, увеличение мощности с 40 до 110 кВт, т. е. в 2,75 раза приводит к росту производительности с 71 до 109 м³ или в 1,53 раза.

Сменная выработка колесных скиддеров превышает показатели для гусеничных машин в 1,5...1,8 раза. И это при том, что технологическое оборудование колесных и

гусеничных скиддеров практически идентично. Нельзя сказать, что применение колесных скиддеров в Восточной Сибири повсеместно успешно. Основной ограничивающий фактор здесь – условие проходимости. Проходимость гусеничных машин существенно выше.

Анализ технологических показателей современной трелевочной техники позволяет сделать предположение, что увеличение производительности гусеничных трелевщиков будет достигаться за счет роста скорости их движения. Установка более мощного двигателя – здесь не панацея. Основной резерв кроется в совершенствовании подвески тракторов и их ходовых систем.

Машиностроением России и зарубежных стран накоплен большой опыт в области проектирования скоростных гусеничных машин. Прежде всего – это военные машины, танки и бронетранспортеры. Исторически сложилось так, что новейшие решения в области ходовых систем гусеничных машин появлялись и опробовались на военной технике (танках, тягачах), а уже после внедрялись в промышленности и сельском хозяйстве.

Подвеска трактора является основным устройством, защищающим механизм от динамических воздействий транспортного пути и сводящими колебания и вибрации к приемлемому уровню. Практика показывает, что неровности пути и вызываемые ими колебания рамы трактора ведут, как правило, к ухудшению всех его эксплуатационно-технических качеств и к тем большему, чем хуже качество транспортного пути.

Есть два пути уменьшения этих потерь – уменьшение числа и снижение размеров неровностей трелевочных волоков и улучшение качества подвески. Оба направления дополняют друг друга, но строительство качественных пасечных и магистральных волоков это длительный, дорогостоящий и часто экономически нецелесообразный процесс (учитывая, что даже лесовозные усы это дороги временные, а волоки вообще рассчитаны на освоение 1 лесосеки). Экономические расчеты показывают, что вкладывать средства в строительство усовершенствованных дорожных одежд при освоении лесосек нецелесообразно, т. е. совершенство подвески тракторов, работающих на таких путях, имеет первостепенное значение.

Подвеска современного трактора состоит из трех основных узлов:

1. Упругие элементы, воспринимающие динамические нагрузки между рамой автомобиля и дорожным полотном. В конструкции отечественных трелевщиков – это, как правило, пружины.

2. Элементы, гасящие колебания подвески. Демпферы и амортизаторы в отечественной практике практически не применяются (исключение трелевщик МЛ-107, но его конструкция его ходовой части основана на узлах военного транспортера МТЛБ).

На данный момент на тракторах используются разнообразные конструкции подвески и инженерные решения упругих элементов. Анализ различных публикаций [4–6], показал наибольшую перспективность применения торсионных подвесок.

В ходе разработки модернизированной торсионной подвески семейства гусеничных трелевочных тракторов необходимо обеспечить:

- максимально возможное использование номинальной грузоподъемности;
- предотвращение или уменьшение внешних воздействий на перевозимый груз в мере, обеспечивающей как его механическую сохранность, так и изменение физико-химических свойств, в пределах, не нарушающих требования сохранности качества;
- превосходство аналогов по техническим характеристикам;
- высокую надежность;
- простоту конструкции

Вывод. Разработка усовершенствованной подвески тракторов семейства ТТ-4М, ТЛТ-100 является актуальной задачей лесного машиностроения России. Трактор,

оснащенный перспективной подвеской, по сравнению с базовой конструкцией, будет иметь ряд преимуществ, таких как повышение плавности и скорости хода, увеличения тягового усилия и снижение износа трелевочных волоков. В конечном счете, это повышает производительность трелевки и эффективность работы машины в целом.

Библиографические ссылки

1. Пошарников Ф. В., Абрамов В. В. Выполнение трелевки в условиях постоянного и непрерывного лесопользования // Вестник Московского государственного университета леса // Лесной вестник. 2008. № 6. С. 108–111.
2. Коновалов А. П., Селиверстов А. А. Технологии лесозаготовок: оценка по технико-экономическим факторам // Лесной эксперт. 2008. № 1 (46). С. 76–81.
3. Кондратюк Д. В. Парк лесосечных машин и особенности их эксплуатации // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.-техн. конф. Вып. 32. Брянск : БГИТА, 2012. С. 17–22.
4. Сотников В. А. Тракторы и автомобили. М. : Агропромиздат, 1985. 449 с.
5. Гладов Г. И. Конструкции многоцелевых гусеничных и колесных машин. М. : Академия, 2010. 400 с.
6. Ксенович И. П. и др. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет. М., Машиностроение, 1991. 544 с.

© Долматов С. Н., 2017

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СТЯХИВАНИЯ ШИШЕК С ДЕРЕВЬЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

С. Н. Дырдин, О. А. Черных

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрен вопрос сбора шишек с деревьев хвойных пород с помощью простейшего вибратора, не причиняя вред коре дерева.

Ключевые слова: хвойные породы, вибраторы, методы сбора шишек, частота вибрации, груз.

THE DEVICE FOR A STRYAKHIVANIYE OF CONES FROM TREES OF CONIFEROUS BREEDS

S. N. Dyrdin, O. A. Chernykh

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Consideration was given to collecting cones from coniferous trees with a simple vibrator, without harming the tree's crust.

Keywords: coniferous breeds, vibrators, methods of collecting cones, frequency of vibration, cargo.

На сегодняшний день имеется несколько способов сбора шишек с деревьев. Один из способов сбора: с помощью колота, который представляет собой большой по размеру и весом до 50 кг деревянный молот на деревянной ручке. Недостатком этого устройства является то, что им можно стряхивать шишки только с тонкоствольных деревьев. При его применении, стоя на земле, ударяют колотом по стволу дерева, крона вздрагивает и шишки осыпаются на землю. При этом наносятся повреждения стволу, в местах ударов отмирает кора и дерево может погибнуть.

Второй способ: осуществляется небольшой «колотушкой» (круглый обрубок дерева, один конец которого более тонкий) (толщина 7–10 см, длина 70–80 см); рабочий влезает на дерево и ударами по ветвям плодоносящего дерева сбивает шишки. Метод сбора менее распространенный и менее производительный.

Еще один способ: сборщик забирается по стволу на дерево и с помощью длинного прута, ударяет по ветвям, сбивая кедровые шишки. Также сбивают шишки с ветвей с помощью прогонов – длинных, гибких шестов. Такой метод сбора опасный и менее эффективный.

Все эти способы сбора шишек с деревьев имеют малую производительность, высокие затраты а также требует задействование больших человеческих ресурсов. Также не которые из методов наносят серьезный вред деревьям, сокращая их продуктивность и жизнь.

Предлагается устройство, с помощью которого будет упрощен сбор шишек с деревьев хвойных пород и обеспеченно сохранение целостности коры дерева.

Устройство состоит из металлической рамы, двух зубчатых колес с грузом с приводом от вала шестерни (рис. 1, 2) Привод данного устройства осуществляется при помощи бензопилы. Металлическая рама состоит из 2 пластин, смонтированных на основании. Бензопила присоединяется к валу шестерни и крепится несколькими болтами на основании. Для использования данного устройства необходимо два человека для закрепления на дереве при помощи ремня. После закрепления устройства на стволе, запускается бензопила.

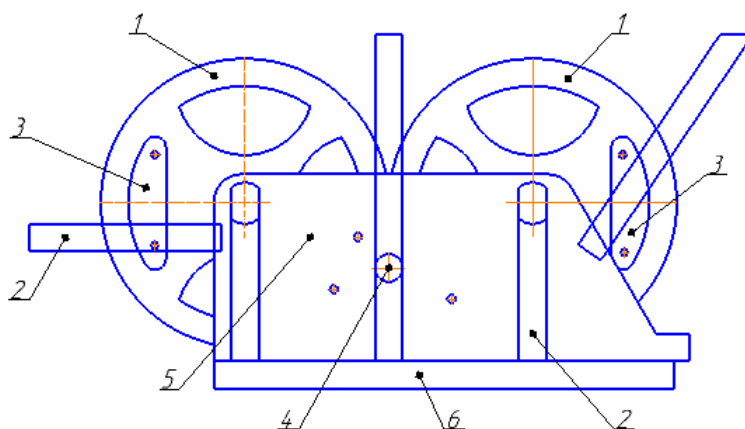


Рис. 1. Устройство для стряхивания шишек вид сбоку:
зубчатое колесо: 2 – рама; 3 – груз; 4 – вал шестерни; 5 – пластина; 6 – основание

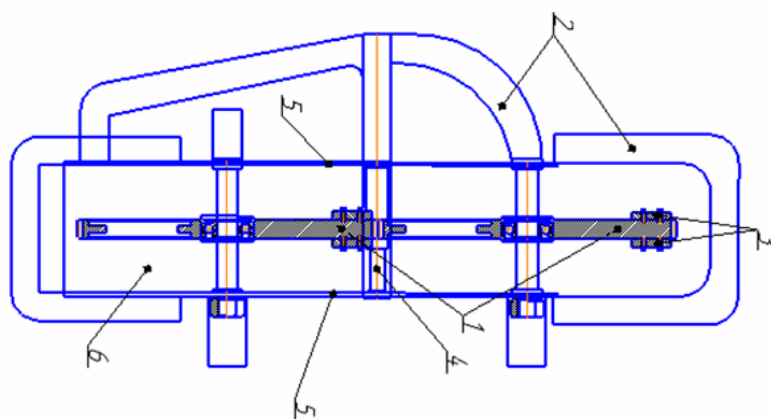


Рис. 2. Устройство для стряхивания шишек вид сверху

Крутящий момент от бензопилы передается через вал шестерню на зубчатые колеса, так как на зубчатых колесах установлен груз, возникает вибрация, которая передается по стволу к верхним ветвям дерева что приводит к стряхиванию шишек. Частоту вибрации можно регулировать оборотами бензопилы.

При использовании данного устройства производительность в сборе шишек с деревьев увеличивается в несколько раз, для сбора требуется меньшее количество сборщиков. При применении данного способа кора дерева не травмируется. Устройство просто по конструкции легкое в обращении, не требует каких-либо профессиональных знаний и физической силы.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

Н. А. Егоров, А. В. Питухин

Петрозаводский государственный университет
Российская Федерация, г. Петрозаводск

Рассматривается проблема эффективности лесозаготовительных машин. Предлагается решение, повышающее эффективность, путем утилизации теплоты выхлопных газов ДВС с применением термоэлектрических элементов.

Ключевые слова: эффективность лесозаготовительных машин, термоэлектрический элемент.

THE FEASIBILITY STUDY OF POSSIBILITIES OF APPLICATION OF HEAT RECOVERY DEVICES IN FORESTRY MACHINES

N. A. Egorov, A. V. Pitukhin

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russian Federation

The article considers the problem of the efficiency of forestry machines. There is the solution, which can increase efficiency by means recovery the heat of exhaust gases using thermoelectric elements.

Keywords: efficiency of forestry machines, thermoelectric element.

Одним из основных элементов лесозаготовительной машины является источник энергии. В качестве источника энергии большинство автономных лесозаготовительных машин использует двигатель внутреннего сгорания (ДВС), который выбрасывает в окружающую среду ряд отходов, в том числе присутствуют отходы в виде теплоты. Количество выделяемой в окружающую среду теплоты соизмеримо с количеством производимой двигателем работы. В отличие от других видов отходов, выделяемая ДВС теплота может быть утилизирована прямо на машине и превращена в полезную работу с помощью устройств утилизации тепла (УУТ). Такая возможность утилизации теплоты и получения дополнительной работы обладает высоким потенциалом для повышения эффективности лесозаготовительных машин, но, к сожалению, до сих пор не нашла широкого применения.

Целью исследования является увеличение эффективности лесозаготовительных машин путем разработки конструкции гибридной силовой установки лесозаготовительной машины на основе ДВС и УУТ. В качестве основного источника утилизируемого тепла рассматриваются выхлопные газы ДВС, так как в сравнении с другими источниками тепла они обладают наибольшей температурой и, следовательно, наиболее полно могут быть превращены в полезную работу. В целях минимизации стоимости и трудозатрат на этапах проектирования и производства экспериментального образца в исследовании была принята концепция, в которой УУТ строится на базе существую-

ших и распространенных в свободной продаже устройств преобразования теплоты в полезную работу. В ходе исследования таких устройств были выбраны 3 основных, на базе которых планируется разработка и построение гибридных прототипов УУТ, включающих в себя два или три базовых устройства одновременно. Этими устройствами являются: турбокомпрессор системы турбонаддува ДВС, термоэлектрический элемент и двигатель Стирлинга.

Исследование проводилось путем лабораторных испытаний распространенных в свободной продаже термоэлектрических элементов. Целью испытаний было определение максимальной устойчивой мощности, которую может генерировать термоэлектрический элемент. На основании определенной максимальной устойчивой мощности элемента производился предварительный анализ экономической эффективности внедрения УУТ на основе термоэлектрических элементов, основными критериями которого были изменение в удельном эффективном расходе топлива и срок окупаемости установленного УУТ. В ходе серии испытаний было установлено, что максимальная устойчиво развиваемая мощность одного элемента с маркировкой «TEC1 – 12715» может оцениваться в 8 Ватт, элемента с маркировкой «TEC1 – 12706» может оцениваться в 6 Ватт. Изменение в удельном эффективном расходе топлива зависит от возможностей реализации электрической энергии на борту лесозаготовительной машины. В первом приближении рассматривалась модернизация, в которой УУТ заменяет стандартный электрический генератор лесозаготовительной машины, приводимый в движение от коленчатого вала ДВС. В таком случае изменение в удельном эффективном расходе топлива можно оценивать приблизительно в 1–1,7 %, что может достигать до 0,6 кг топлива/ мото час. Сроки окупаемости затрат на внедрение УУТ на одну лесозаготовительную машину находятся в пределах от 0,8 до 2 лет. Были рассмотрены пути увеличения возможностей реализации электрической энергии, среди которых наибольший интерес представляет замена стандартного электрического генератора лесозаготовительной машины на электрическую машину, способную работать как в режиме генератора, так и в режиме электродвигателя. В проведенных испытаниях термоэлектрические элементы эксплуатировались с превышением заявленной производителем максимально допустимой температуры, что неизбежно негативно сказывается на ресурсе элементов. Заявленный производителем ресурс элементов составляет 200 тысяч часов [1], что для УУТ лесозаготовительной машины составит более 100 лет. Изменение в ресурсе термоэлектрических элементов при их применении в составе УУТ лесозаготовительной машины планируется изучить в дальнейшем ходе исследования с применением аналитических и эмпирических методик. Графики, показывающие развиваемую элементом мощность в зависимости от времени, прошедшего с начала эксперимента представлены на рис. 1 и 2. Данные графики отображают наблюдения, полученные в ходе одного эксперимента из серии.

В ходе серии проведенных экспериментов также отмечается, что важное значение имеет шероховатость и отклонение от плоскостности поверхностей радиаторов, сопрягаемых с элементом, а так же метод крепления элементов и радиаторов.

В разработанной лабораторной установке сопрягаемые поверхности радиаторов и термоэлектрического элемента были подвергнуты шлифованию ($Ra \sim 0,63$ мкм). Радиаторы и термоэлектрический элемент крепились с помощью пружин сжатия, что способствовало снижению влияния на развиваемую элементом мощность термических деформаций радиаторов и элемента, а также минимизировало сечение поверхности, через которую происходил отток теплоты от горячего радиатора к холодному в обход термоэлектрического элемента.

Разработанная в ходе исследования методика оценки теплоты выхлопных газов ДВС лесозаготовительной машины, основанная на ряде существующих методик [2; 3],

показала, что предельно возможная мощность, развиваемая в УУТ термоэлектрическими элементами, может оцениваться в 8–10 % мощности ДВС.

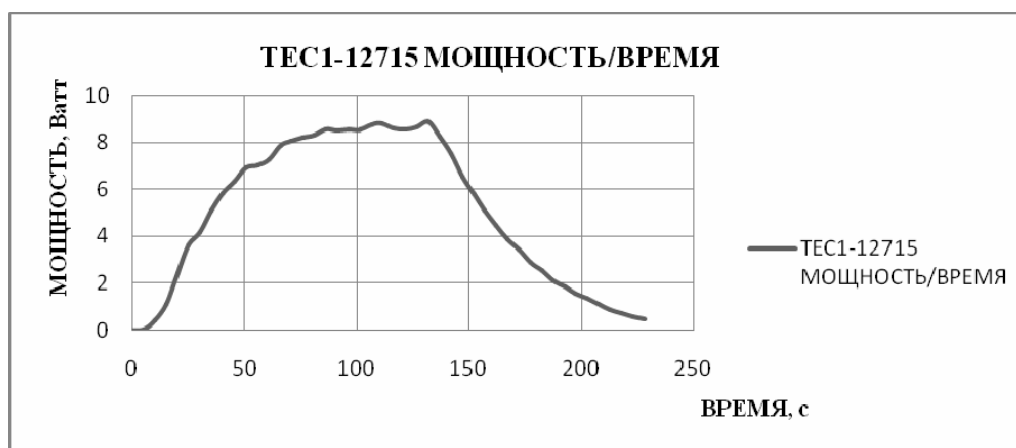


Рис. 1. Зависимость мощности одного элемента с маркировкой «TEC1 – 12715» от времени эксперимента

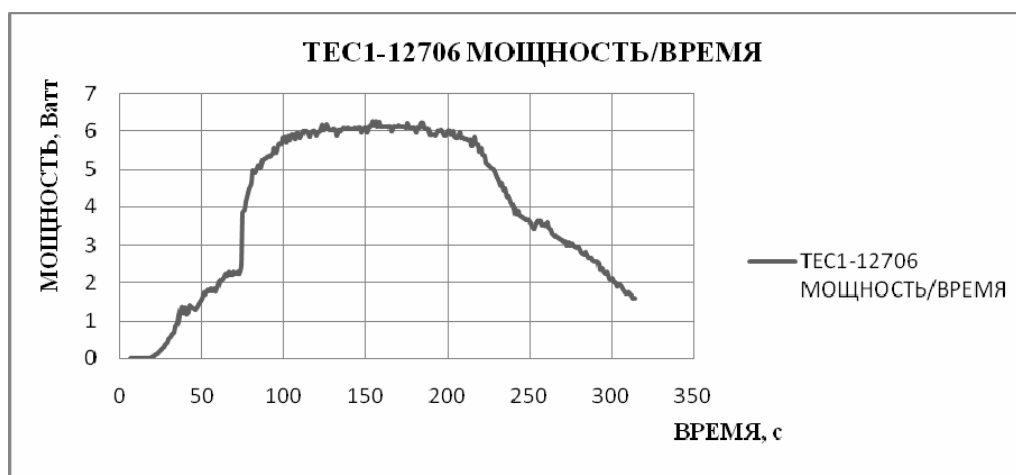


Рис. 2. Зависимость мощности одного элемента с маркировкой «TEC1 – 12706» от времени эксперимента

В ходе поиска подобных разработок в области теплоутилизационных генераторов на основе термоэлектрических элементов было установлено, что существует множество аналогичных исследований, например [4], [5]. Данное исследование отличает акцент на создание УУТ с применением сразу нескольких уже существующих и распространенных в свободной продаже тепловых машин, благодаря чему процесс внедрения на реальное производство полученных в ходе исследования наработок может быть осуществлен наиболее простым образом и в кратчайшие сроки.

Библиографические ссылки

1. Hebei I. T. (Shanghai) Peltiermodules [Электронный ресурс] / Co., Ltd. Thermoelectric Cooler TEC1 – 12706 URL: <http://peltiermodules.com/peltier.datasheet/TEC1-12706.pdf> (дата обращения: 01.03.2017).
2. Кильпелайнен С. А., Давыдков Г. А., Кукелев Ю. К. Двигатели внутреннего сгорания : учеб. пособие. Ч. I. Основы теории двигателей ; ПетрГУ. Петрозаводск, 2004. 96 с.

3. TransportBasis [Электронный ресурс] // Внешний тепловой баланс двигателя. URL: <http://www.transportbasis.ru/baits-268-1.html> (дата обращения: 01.03.2017).

4. Экспир [Электронный ресурс] // Разработка экспериментального образца источника электрического питания с непосредственным преобразованием теплоты для транспортных систем различного назначения на базе высокоэффективных термогенераторных батарей, работающих в широком диапазоне температур. URL: <https://xpir.ru/conference2015/theses/14.577.21.0113> (дата обращения: 01.03.2017).

5. ScienceDirect [Электронный ресурс] // Simulation and experimental study on thermal optimization of the heat exchanger for automotive exhaust-based thermoelectric generators. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X14000197> (дата обращения: 01.03.2017).

© Егоров Н. А., Питухин А. В., 2017

ОТДЕЛЬНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

Т. Н. Емелина, Г. А. Дмитренко, А. А. Лапшова

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрены вопросы выполнения на чертежах таких геометрических построений, как уклоны и конусности, их обозначение в соответствии с требованием ЕСКД.

Ключевые слова: геометрические построения, уклон, конусность

SELECTED GEOMETRICAL CONSTRUCTIONS

T. N. Emelina, G. A. Dmitrenko, A. A. Lapshova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Discussed issues of implementation of the drawings geometric constructions such as the slope and taper, their designation in accordance with the requirements ESKD.

Keywords: geometric design, gradient, taper.

Поверхности деталей часто представляют собой плоскости, расположенные наклонно друг к другу. Например, в литых и штампованных деталях, в изделиях проката (рельсы, балки, швеллеры). На чертежах подобные плоскости изображаются прямыми линиями.

В технике часто применяются и конические детали. При вычерчивании чертежей многих деталей приходится выполнять ряд геометрических построений, и в этой связи рассмотрим следующие понятия: уклоны и конусность.

Уклон это отклонение прямой линии от вертикального или горизонтального положения (рис. 1). Уклон определяется как отношение противолежащего катета угла прямоугольного треугольника к прилежащему катету, то есть он выражается тангенсом угла α . Уклон можно посчитать по формуле $i = AC / AB = \operatorname{tg} \alpha$.

Рассмотрим построение уклона, заданного отношением 1:6, относительно вертикального и горизонтального направлений. Сначала строят прямой угол ABC (рис. 1). При горизонтальном направлении уклона откладывают отрезок произвольной величины по вертикальной стороне угла, получают точку C, а при вертикальном направлении уклона – по горизонтальной стороне угла. По второй стороне угла откладывают шесть таких отрезков, получают точку A. Соединив точки A и C прямыми, получают прямоугольный треугольник, гипотенуза которого будет располагаться под заданным уклоном.

Обозначение уклонов на чертеже выполняется в соответствии с ГОСТ 2.307–2011. На чертеже указывают величину уклона с помощью линии-выноски. На полке линии-выноски наносят знак и величину уклона. Знак уклона должен соответствовать уклону определяемой линии, то есть одна из прямых знака уклона должна быть горизонтальна, а другая должна быть наклонена в ту же сторону, что и определяемая линия уклона. Угол уклона линии знака примерно 30° .

Конусностью называется отношение диаметра основания конуса к высоте. Конусность рассчитывается по формуле $K = D / H$, где D – диаметр основания конуса; H – высота. Если конус усеченный, то конусность рассчитывается как отношение разности диаметров усеченного конуса к его высоте. В случае усеченного конуса, формула конусности будет иметь вид: $K = (D - d) / h$ (рис. 2).

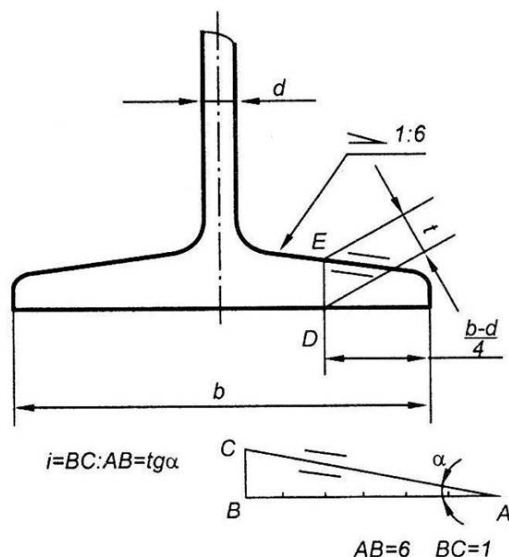


Рис. 1. Построение и обозначение уклона

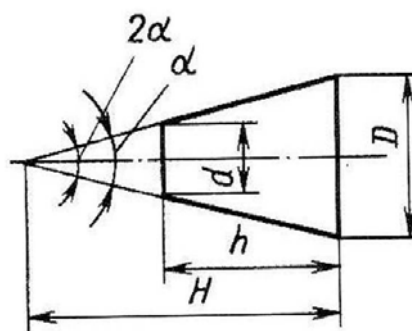


Рис. 2. Построение конусности

Форму и величину конуса определяют нанесением трех из перечисленных размеров: 1) диаметр большого основания D ; 2) диаметр малого основания d ; 3) диаметр в заданном поперечном сечении D_s , имеющем заданное осевое положение L_s ; 4) длина конуса L ; 5) угол конуса α ; 6) конусность s . Также на чертеже допускается указывать и дополнительные размеры, как справочные.

На чертежах конусность наносят согласно правилам ГОСТ 2.307–2011. Перед размерным числом, определяющим величину конусности, наносят условный знак в виде равнобедренного треугольника, острие которого направлено в сторону вершины конуса.

Знак и цифры, указывающие величину конусности, располагают на чертежах параллельно геометрической оси конического элемента.

Размеры стандартизованных конусов не нужно указывать на чертеже. Достаточно на чертеже привести условное обозначение конусности по соответствующему стандарту.

Конусность, как и уклон, может быть указана в градусах, дробью (простой, в виде отношения двух чисел или десятичной), в процентах.

Например, конусность 1:5 может быть также обозначена как отношение 1:5, $11^\circ 25' 16''$, десятичной дробью 0,2 и в процентах 20.

Для конусов, которые применяются в машиностроении стандартами устанавливается ряд нормальных конусностей. Нормальные конусности – 1:3; 1:5; 1:8; 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:50; 1:100; 1:200. Также в могут быть использованы – 30, 45, 60, 75, 90 и 120° .

Библиографические ссылки

1. Инженерная графика / Н. П. Сорокин [и др.]. СПб. : Лань, 2016. 392 с.
2. Выполнение чертежей деталей в курсе инженерной графики : учеб. пособие / Л. Г. Полубинская [и др.]. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 49 с.

© Емелина Т. Н., Дмитренко Г. А., Лапшова А. А., 2017

ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Г. А. Дмитренко, Т. Н. Емелина, А. И. Белякова

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрены вопросы изображения на чертежах выносных элементов, их обозначение в соответствии с требованием ЕСКД.

Ключевые слова: выносные элементы, масштаб, Единая система конструкторской документации.

RELATED ELEMENTS

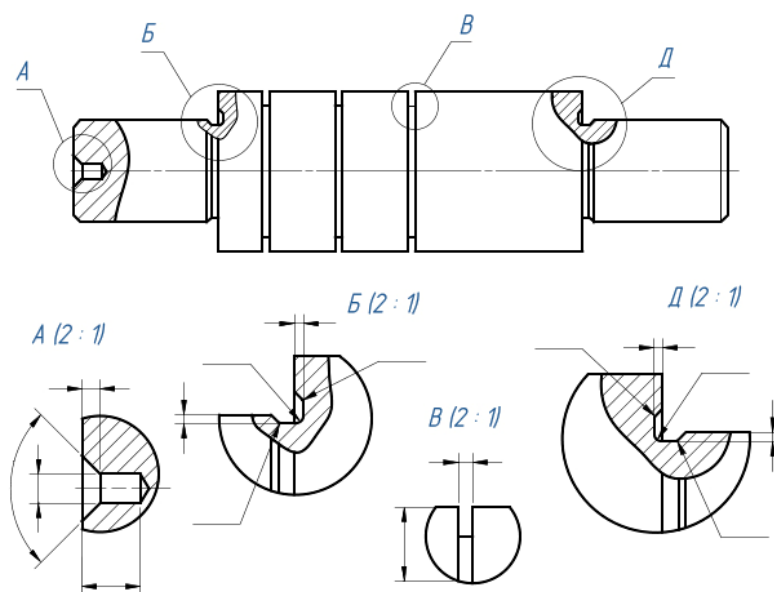
G. A. Dmitrenko, T. N. Emelina, A. I. Belyakova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In the article questions of images on drawings of related elements, their designation according to the requirement of USDD.

Keywords: related elements, scale, Unified system of design documentation.

Конструкторам отлично известно, что в процессе выполнения чертежей нередко требуется, чтобы какая-либо часть детали или предмета была выполнена отдельно, причем в увеличенном масштабе. Такое дополнительное изображение называют выносным элементом (см. рисунок).



Пример выполнения выносных элементов

Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и отличаться от него содержанием (например, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом). Также они содержат некоторые подробности, которые на основном изображении полностью отсутствуют.

Что касается местоположения выносных элементов, то их принято располагать как можно ближе к тем частям предметов, изображенных на чертежах, которые они отображают.

Отображение выносных элементов на технических чертежах должно производиться в соответствии с требованиями ЕСКД. Одно из них состоит в том, что та часть детали, которая требует пояснений, на чертеже выделяется при помощи замкнутой сплошной тонкой линии, которая чаще всего имеет форму окружности или овала. Она имеет линию-выноску, на которой сам выносной элемент обозначается или комбинацией прописной буквы и арабской цифры, или просто прописной буквой. Кроме того, непосредственно над изображением выносного элемента проставляется само обозначение, а также масштаб.

Как показывает практика, выносные элементы чаще всего встречаются на чертежах наиболее сложных деталей, имеющих непростую конструкцию и отличающихся оригинальными и нестандартными техническими решениями.

Конструкторам и всем, кто пользуется создаваемыми ими чертежами, отлично известно, что на них наличествуют не только предмет с такими обозначениями, как размеры и их предельные отклонения, но и различные текстовые надписи.

Согласно действующим нормам и правилам, на буквенных обозначениях размер шрифта должен быть больше, чем размер размерных чисел, используемых на этом же чертеже, примерено вдвое.

Что касается масштаба тех изображений на чертеже, которые отличаются от масштаба указанного в основной надписи, то он обозначается сразу после надписи, относящейся к изображению: А(2:1), Б(5:1), А-А(1:1).

В тех случаях, когда на чертежах трудно найти дополнительные изображения (выносные элементы, дополнительные виды, разрезы, сечения) из-за того, что они очень насыщены различными элементами или же состоят из двух или более листов, то рядом с их обозначениями указываются или обозначения зон, где эти изображения размещаются, или номера листов.

Библиографические ссылки

1. Машиностроительное черчение : учебник для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2016. 351 с.
2. Выполнение чертежей деталей в курсе инженерной графики : учеб. пособие. / Л. Г. Полубинская [и др.]. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 49 с.

© Дмитренко Г. А., Емелина Т. Н., Белякова А. И., 2017

ЛЕСНЫЕ СОЧЛЕНЕННЫЕ МАШИНЫ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

С. Г. Иванов, В. Н. Холопов

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Обосновывается идея о том, что применение специальных машин на базе гусеничных движителей весьма актуальная тема на сегодняшний день. Основное внимание в работе автор акцентирует на сочлененные машины, которые могут задействовать себя в лесной промышленности, а также в военных целях. Необходимость использования таких машин занимает определенную позицию в некоторых научных работах и требуют дальнейших исследований и конструктивных решений.

Ключевые слова: пожар, лес, безопасность, техника.

ARTICULATED CARS AND THEIR CONSTRUCTIVE SOLUTIONS

S. G. Ivanov, V. N. Holopov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract: In this article, the idea is based that the use of special machines based on caterpillar engines is a very topical topic for today. The author focuses on articulated machines that can engage themselves in the forest industry, as well as for military purposes. The necessity of using such machines takes a certain position in some scientific works and requires further research and constructive solutions.

Keywords: fire, forest, safety, technique.

История о создании вездеходных сочлененных машин не новизна. Проходимость этих машин в военной сфере рассматривается каждый день.

Предусматриваются самые различные способы их конструктивных параметров:

Увеличение просвета, как и с помощью увеличенного диаметра колес, так и за счет «лифта» кузова и многое другое.

Внедрение очень хитрых способов блокировки колес

Изменение ширины колес (гусениц) и так далее.

Ломающиеся рамы

Сцепные устройства

Самые первые сочлененные машины появились где-то в 50-х годах XX века в США. Они были экспериментальными моделями, состоящие из 2-х и более секций, соединенных между собой различными шарнирами. Смысл заключается в следующем: каждая из частей (секций) может двигаться независимо от другой, не теряя при этом контакт с землей или какой-нибудь другой поверхностью.

Но в связи с проблемами и конструкторскими решениями в серию из них пошли не многие. Одним из таких образцов был автомобиль M520 Goer, в 18 тонн весом, ам-

фибия, у которого отсутствовала подвеска, но компенсирована была огромными колесами.

Машина имела оригинальную конструкцию – рама состояла из двух секций, первая из которых была двухосной, а вторая одноосной. Колеса машины являлись ведущими, а передние и задние еще и управляемыми [1].

У Вооруженных Сил США были достаточно жесткие требования к разрабатываемой машине: она должна была преодолевать рвы и окопы, а кроме этого – плавать. Для удовлетворения этих запросов, на разрабатываемую модель был установлен винт (в задней части двухсекционного несущего кузова), за счет которого на плаву, при вращении всех колес, скорость достигла 8 км/ч [1].

Первой из гусеничных машин сочлененного типа, созданных после Второй мировой войны, был двухзвенный вездеход RAT канадской фирмы Canailair Limited, появившийся в 1957 г. Он предназначался для использования в качестве десантно-переправочного средства в труднопроходимой местности (снег, болота, песок, небольшие водные участки), а также для буксировки санных прицепов с грузом общей массы до 450 кг в районах Крайнего Севера [2].

Сочлененных машин различного типа и назначения, бронированных и небронированных, плавающих и не плавающих, транспортных и предназначенных для установки и использования на них специального оборудования в количественном плане не так уж много. Но пользу, которую они приносят, нельзя недооценивать.

Специфичность конструкции сочлененных вездеходов, тяжелые грунтовые и климатические условия их эксплуатации настоятельно требуют несколько иного подхода при оценке их качеств, чем к обычным образцам с высокой проходимостью. Разумеется, эти оценки должны содержать некоторые показатели и коэффициенты, которые в наибольшей степени будут раскрывать потенциальные возможности машин такого типа [2].

Однако история сочлененных вездеходов началась задолго до этого. Еще в 1913 г. англичанин Диплок продемонстрировал на одной из выставок прообраз современных транспортеров такого типа в виде обычной гусеничной машины с прицепом, гусеницы которого не были ведущими. Прицеп соединялся с основной машиной с помощью шкворневого шарнира. Механизм поворота секций состоял из червячной пары, винт которой размещался на основной ведущей машине, а червячный сектор – на заднем звене [2].

У нас разработки сочлененных машин велись различными предприятиями и в различных же ведомствах. Порой и не очень успешно. К примеру, в Бронетанковой академии им. Малиновского разрабатывалась сочлененная боевая гусеничная машина. Но далее составления научного отчета дело не пошло и на сегодняшний день, изучение развития конструкции танков по основным качествам показывает его замедление и полную остановку [4].

Вот, например, в Канадские разработчики практически в то же время, когда США разрабатывала двухзвенные транспортеры типа Polecats, канадская фирма Robin Nodwell проектировала несколько моделей повышенной проходимости.

Двухсекционный гусеничный транспортер RN200 был разработан по заказу нефтяной компании Shell Oil Company. Он предназначался для перевозки различного специального оборудования, людей и материалов в течение всего года в районах труднопроходимой местности Крайнего Севера и тундры.

Все четыре гусеницы ведущие. Передняя пара гусениц приводится от двигателя передней секции, задняя пара – от двигателя полуприцепа. Трансмиссия включает шестиступенчатую гидромеханическую передачу Transmatic фирмы Allison. Каждая гусеничная лента транспортера состоит из двух специальных пятислойных резиновых лент шириной 458 мм с нейлоновым и хлопчатобумажным кордом. К лентам прикреплены изготовленные из упругой кремне-марганцовистой стали грунтозацепы. Но в настоящее

время считается, что ленты со стальным, нейлоновым и вязким кордом отличаются большей долговечностью, чем резиновые с нейлоновым и хлопчатобумажным кордом.[2]

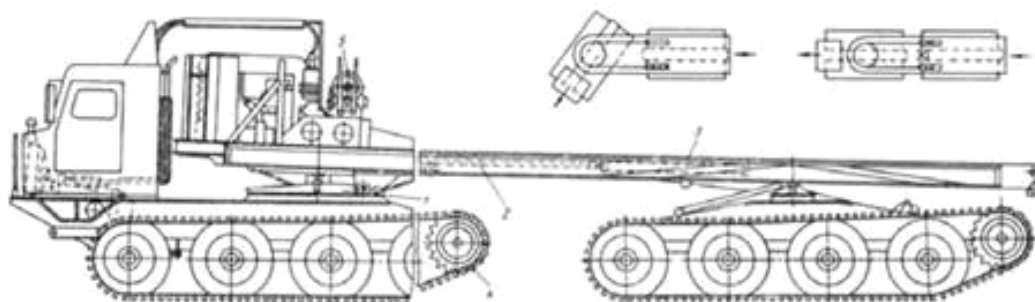


Рис. 1. Схема соединения передней и задней секций транспортера Nodwell RN200 и принцип его поворота

Все эти машины были основаны в большинстве случаев для военной техники и в сложно проходимых участках дороги. Существовали неопределенные задачи по их разработкам и конструкторским решениям, но наряду с этим появились и другие находки и исправления ошибок в таких конструкциях. После затишья разработок в СССР стали придумывать нереальные конструкторские решения, поэтому на сегодняшний день существует масса многообразных разработок и патентов на эту тему, но производство таких машин не вышло на новый уровень [3].

На рис. 2 представлена сочлененная машина Форвардер, у которой проходимость на порядок выше, чем у своих предшественников. Именно такие машины могут позволить себе большего в плане лесных работ и производительности.



Рис. 2. Сочлененная машина Форвардер.

На сегодняшний день существует несколько решений по конструктивным параметрам и особенностям таких машин, которые могут быть задействованы в данном направлении и такие машины могут игнорировать множество непроходимых препятствий. Достижения в научных работах множество, поэтому есть подобные решения и изобретения, в частности машина может быть укомплектована ручным и моторизован-

ным лесопожарным инструментом, емкостями для огнетушения, бульдозерной установкой, грунтометами. Это дает возможность автономно вести профилактику и тушения лесных пожаров различной интенсивности. Такие машины очень актуальны в лесной промышленности, так как они могут преодолевать непроходимые препятствия и склоны, болотистые и водянистые местности.

Очень сложно достичь высоких результатов сегодня, но когда есть конструктивные решения и технологические достижения, можно подумать о том, как добиться высоких показателей в производстве, как увеличить производительность труда и рост доходов от новых технологий.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.4x4info.ru/people/user/2/blog/1878/> (дата обращения: 20.04.2017).
2. Журнал «Техника и вооружение». 2003. № 5.
3. Забавников Н. А. Основы теории транспортных гусеничных машин. М. : Машиностроение, 1975. 448 с.
4. Фаробин Я. Е. Теория поворота транспортных машин. М. : Машиностроение, 1970. 176 с.

© Иванов С. Г., Холопов В. Н., 2017

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ИХ ОБНАРУЖЕНИЕ

С. Г. Иванов, Е. И. Максимов, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Приведен обзор существующих способов пожаротушения и обнаружения. Проанализированы характерные особенности конструктивных параметров и модификаций приспособлений для пожаротушения различных локаций. Использование в процессе таких различных способов влияет на время ликвидации различных видов пожаров. Поставлена и обоснована необходимость совместного использования методов тушения пожаров и оборудования. На основе проведенного обзора конструкций автором предлагается выявить самый безопасный и эффективный способ пожаротушения и его обнаружения с целью безопасности для окружающей среды.

Ключевые слова: пожар, лес, безопасность, техника.

MODERN METHODS OF FIRE SUPPRESSION AND DETECTION

S. G. Ivanov, E. I. Maksimov, I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

This article provides an overview of the existing methods of firefighting and detection. Characteristic features of design parameters and modifications of fire extinguishing devices for various locations are analyzed. Use in the process of such different ways wagging at the time of elimination of various types of fires. The necessity of joint use of methods of extinguishing fires and equipment has been established and justified. On the basis of the review of structures, the author proposes to identify the safest and most effective way of extinguishing and detecting it for the purpose of safety for the environment.

Keywords: fire, forest, safety, technique.

Исходя их сложившейся обстановки возникающих пожаров в различных сферах человеческой деятельности, перед ГПС ставятся серьезные задачи по уменьшению количества, масштабов и силы пожаров, а также разработкой новых средств пожаротушения.

Для успешного выполнения всего комплекса задач, стоящих перед противопожарными службами и преодоления негативных тенденций увеличения количества пожаров и материального ущерба от них, необходимо перевооружение подразделений ГПС и оснащение объектов экономики и жилого фонда современными высокоэффективными техническими средствами пожаротушения, использующими принципиально новые технологии. В связи с нарастающей угрозой террористических, диверсионных и природных факторов – эта задача приобретает важнейшее государственное значение.

По мнению специалистов наиболее перспективными являются на сегодняшний день технологии пожаротушения тонкораспыленной водой и тонкораспыленными огнетушащими веществами.

Некоторые виды устройств пожаротушения:

Ранцевая установка пожаротушения РУПТ – 1-0,4

Ранцевые установки обладают исключительно высокой эффективностью тушения пожаров всех классов (А, В, Е). В ходе сертификационных испытаний был потушен модельный очаг ранга 15А, что соответствует площади горения 67 кв. метров. Очаг был потушен всего 10 литрами огнетушащего вещества. Установка позволяет эффективно тушить разливы любых горючих жидкостей площадью порядка 30 кв. метров, а также электроустановки под напряжением, электрокабели и кабельные трассы [1].

Передвижные установки пожаротушения

Для оперативного тушения пожаров площадью более 100 кв. метров разработана установка пожаротушения тонкораспыленной водой с запасом воды до 50 литров, которая перемещается на колесах. Применение такого устройства позволяет не только оперативно тушить пожары классов А, В, Е [1].

Полосопрокладыватель АЛК-25

Предназначен для создания противопожарных минерализованных полос, фрезерного типа с шестью отогнутыми назад ножами (рис. 1.3). Этот тип рабочего органа в результате исследовательских показаний обладает рядом существенных недостатков:

- высокая мощность резания подстилки грунта;
- отсутствует механизм отключения предельного крутящего момента на валу;
- ножи работают в режиме удара о почву, что вызывает их разрушение.

Таким образом, устранив вышеперечисленные недостатки можно повысить эффективность работы полосопрокладывателя и увеличить срок службы ножей. При установке данного полосопрокладывателя на базу малогабаритного трактора ВТЗ-2032 можно увеличить производительность и эффективность борьбы с лесными пожарами [2].

Пожарный автомобиль КАМАЗ

Автоцистерна пожарная АЦ-5,0-40 на шасси КамАЗ-43114 предназначена для тушения пожаров и проведения спасательных работ. Служит для подачи огнетушащего вещества вертикальным способом, доставки к месту пожара личного состава, огнетушащих средств (вода, пенообразователь), пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного инструмента. При развившихся пожарах автоцистерна сразу же может подать воду или пену из стационарного лафетного ствола, тем самым предотвратить распространение огня [2].

Установка пожаротушения на базе вертолета Ка-32

В связи с отсутствием технических средств пожаротушения высотных зданий и сооружений разработана специальная вертолетная система для тушения пожаров на высотных объектах на базе вертолета Ка-32А, сертифицированного для проведения противопожарных работ в городских условиях. Дальность действия тонкораспыленной водяной струи порядка 40–60 метров, что дает возможность вертолету безопасно приблизиться к очагу пожара на любой высоте здания или сооружения, а запаса воды (700 литров) достаточно для тушения очага пожара площадью несколько сотен кв. метров [4].

Модуль пожаротушения МПТ-440

Модуль пожаротушения разработан специально для применения на пикапах, малых грузовиках и прицепах. При использовании модуля отсутствует необходимость переоборудования транспортного средства. Его компактная конструкция делает модуль идеально подходящим для быстрого реагирования при возникновении пожаров на объектах народного хозяйства и позволяет осуществлять решение вопросов по ликвидации возгораний в труднодоступных местностях, таких как леса и горные районы [2].

Системы внутриквартирного пожаротушения низкого давления

Для повышения противопожарной защиты жилого фонда разработано специальное устройство внутриквартирного пожаротушения, генерирующее струю тонкораспыленной воды дальностью 3–8 м, с подачей воды от обычного водопровода. Устройство позволяет эффективно подавить очаги возгорания любых горючих материалов, используемых в быту, полностью исключить ущерб от залива избыточным количеством воды, поскольку на тушение 9 кв. метров горячей поверхности требуется всего 6 л воды.[2]

Стационарные системы пожаротушения – СПРИНКЛЕРЫ

Стационарные системы пожаротушения предназначены для предотвращения пожара, а также защиты от пожара людей и материальных ценностей. Используются для защиты зданий и сооружений с повышенным уровнем пожарной опасности в соответствии с действующими нормами и правилами.[4]

Система обнаружения пожаров с помощью беспилотных летательных аппаратов

Наряду с развитием современной техники возникают новые вопросы по обнаружению лесных пожаров и их ликвидацию. В развитых странах большинство лесных пожаров прогнозируют с помощью мониторинга и мобильной техники, которая позволяет определить очаги возгорания и вовремя проинформировать степень возгорания и передать данные в пожарную безопасность населенного пункта. При этом беспилотные аппараты могут сканировать окружающую обстановку и определять в каком месте начался пожар и передавать данные непосредственно МЧС или другим службам безопасности [3].

Система видео-трансляции очагов возгорания лесных пожаров с помощью камер и видеонаблюдения

Система видео-трансляции очагов возгорания помогает предотвратить и оповестить о начале очагов возгорания посредством передачи видео отчетов прямо в спецслужбы безопасности. При этом камеры могут быть настроены на изменение геопараметров окружающей обстановки и передавать изменения в геометцентр [3].

Система обнаружения и предупреждения лесных пожаров с помощью термодатчиков (датчиков изменения температуры окружающей среды)

Эта система позволяет изучать и исследовать опасные очаги возгорания и передавать температурные данные прямо в геометцентр населенного пункта. С помощью таких термодатчиков можно также прогнозировать и исследовать места возгорания с целью предотвращения лесных пожаров [3].

Спутниковый анализ метеоданных прогнозирования лесных пожаров

Спутниковая система метеоданных и анализ прогнозирования очагов возгорания и температурных данных [4].

В заключение данной статьи и приведенных в ней методов средств предупреждения и ликвидации лесных пожаров можно сказать, что пожары и другие техногенные ситуации можно лишь только предотвратить на стадии их возникновения. Поэтому выше перечисленные способы и методы, внедряемые в структуру предотвращения лесных пожаров и техногенных природных ситуаций необходимо учитывать и те параметры, при которых они возникают, особенно по вине человека, ведь в большинстве случаев в возникновении пожаров причастен сам человек, нежели природные условия и резкие перепады температур в некоторых атермальных зонах и очагах возгорания. Вследствие этого создаются так называемые средства предупреждения и пожаротушения.

Библиографические ссылки

1. Винокуров В. Н., Еремин Н. В. Система машин в лесном хозяйстве : учебник для вузов / под ред. В. Н. Винокурова. М. : Академия, 2004. 320 с. ISBN 5-7695-1667-4.

2. Авакимов С. С., Булгаков В. П., Бушуй М. И. Технические средства и средства тушения пожаров / под общ. ред. Б. П. Иванова. М. : Энергоиздат, 1984. 256 с.
3. URL: http://www.rosleshoz.gov.ru/activity/no-firehttp://www.f-mx.ru/bezopasnost_zhiznedeyatelnosti/sovremennye_sredstva_pozharotusheniya.html (дата обращения: 20.04.2017).
4. URL: http://secandsafe.ru/stati/pojarnaya_bezopasnost/obzor_sovremiennykh_sredstv_i_tekhnologii_v_pozharotushenii (дата обращения: 20.04.2017).
5. URL: <http://oxpana-trud.ru/lekczionnye-materialy-po-oxrane-truda/176-sposoby-i-sredstva-tusheniya-pozharov-2.html> (дата обращения: 20.04.2017).

© Иванов С. Г., Максимов Е. И., Федорченко И. С., 2017

ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ И МЕТОДЫ НАДЕЖНОСТИ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

А. Н. Клишта, Н. И. Куриленко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Отказы в работе современной техники могут быть связаны с серьезными авариями, человеческими жертвами. Это приводит к необходимости рассмотрения методов прогнозирования лесных машин. Представлены методы прогнозирования надежности лесных машин и их анализ.

Ключевые слова: анализ, лесная машина, механическая энергия, модель отказов, Надежность, отказ, электромагнитная энергия.

FOREST MACHINES AND METHODS OF RELIABILITY OF THEIR FORECASTING

A. N. Klishta, N. I. Kurilenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The failures in work of modern engineering can be connected with by failures, human victims. It results in necessity of consideration of methods of forecasting of wood machines. The methods of forecasting of reliability of wood machines and their analysis are represented.

Keywords: analysis, forest machine, mechanical energy, failure model, Reliability, failure, electromagnetic energy.

Современная техника обладает повышенной производительностью и мощностью, при это резко возрастают трудовых, материальных и энергетических ресурсов. Отказы сложных объектов могут быть связаны с серьезными авариями, человеческими жертвами, большими материальными и моральным ущербом. Это приводит к необходимости рассмотрения методов прогнозирования надежности лесных машин.

Решение проблемы обеспечения прогнозирования надежности лесных машин зависит от тенденций развития теории надежности. В настоящее время можно выделить три методологических различных направления: вероятностно-статическое (математическое), Физико-статическое (причинно-следственное) и направление, связанное с анализом надежности по постепенным (параметрическим) отказам.

Науку о надежности связывают главным образом с вероятностно-статистическим направлением, списанию и развитию которого посвящено большинство научных разработок. Методология вероятностно-статистического подхода базируется на эмпирически установленном факте, позволяющем активно использовать вероятностей и теорию массового обслуживания. Метод прогнозирования надежности лесных машин в рамках вероятностного подхода основан на построении структурной схемы исследуемой системы (модели надежности). Различные ее модификации можно построить в виде древа отказов и марссовской модели с конечным множеством состояний. Расчетной характеристикой надежности таких моделей является интенсивность отказов. Этот метод удобен для ин-

женерных расчетов, так как удастся получить решение основных задач в замкнутой форме. Основная направленность метода физико-статистического направления определяются закономерностями и устойчивостью процессов, протекающих в материалах лесных машин при формировании их свойств на этапе проектирования, изготовления и эксплуатации. Построение физико-статистических моделей отказов состоит из нескольких этапов. На первом этапе анализируются технологические особенности изготовления лесной машины и условия ее эксплуатации. На втором этапе исследуется скорость изменения выходных характеристик лесной машины в зависимости от естественных процессов старения материалов. На третьем этапе строится модель отказов с учетом экспериментальных данных о видах, размерах и числе дефектов, ускоряющих эти процессы. Модели отказов и функции распределения вводятся в компьютер, и путем статического перебора возможных значений аргументов рассчитывается массив моментов времени до отказа, а затем строится функция распределения данного показателя надежности.

В основу метода прогнозирования надежности лесных машин, связанного с анализом параметров по постепенным (параметрическим) отказам, положены следующие принципы.

Модель лесной машины ее техническое состояние определяется конечным набором параметров.

Лесная машина находится во взаимодействии с окружающей средой, с человеком, подсистемой управления и компонентами технологического процесса.

Изменения, происходящие в лесной машине при ее эксплуатации, являются законным проявлением.

Лесную машину нельзя изолировать от воздействия механической, тепловой, химической и электромагнитной энергии.

Все отказы есть отклонения параметров от их исходных (номинальных, расчетных) значений.

Если процессы изменения параметров наблюдаемы, то существует возможность предотвращения отказов.

Задачи прогнозирования надежности, возникающие на этапах проектирования, производства и эксплуатации могут быть представлены случайными процессами.

При анализе метода прогнозирования надежности лесных машин на основе параметрических отказов необходимо учитывать возможные отклонения параметров от расчетных значений. Обеспечение надежности при данном методе служит естественное предложение инженерных расчетов на этапе проектирования.

Анализ методов прогнозирования надежности лесных машин показал, что наиболее приемлемым является направление, связанное с методом надежности по параметрическим отказам.

Библиографические ссылки

1. Автомобильный справочник / Б. С. Васильев [и др.] / под общ. ред. В. М. Приходько. М. : Машиностроение, 2004. 704 с.: ил.
2. Анализ триботехнических процессов на фрикционном маслоотлаженном контакте / В. П. Сергиенко [и др.] // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2008. № 1. С. 29–33. ISSN 1819-2092.
3. Антонов А. С., Магидович М. П., Новохатько С. И. Гидромеханические и электромеханические передачи транспортных и тяговых машин. – М.: Машгиз. 1962. – 275.
4. Питухин А. В., Шиловский В. Н., Костюкевич В. М. П 32 Надежность лесозаготовительных машин и оборудования : учеб. пособие. СПб. :Лань, 2010. 288 с.: ил.

© Клишта А. Н., Куриленко Н. И., 2017

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Д. М. Богданов, О. В. Казачков

Петрозаводский государственный университет
Российская Федерация, г. Петрозаводск

Рассмотрены известные методы получения модифицированной древесины и возможности ее использования в технике

Ключевые слова: модификация, модифицированная древесина, машиностроение, строительство.

PROSPECTS OF APPLICATION OF MODIFIED WOOD

D. M. Bogdanov, O. V. Kazachkov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russian Federation

In the article, known methods for the production of modified wood and the possibility of its use in engineering.

Keywords: modification, modified wood, machine building, building

Древесина является одним из наиболее востребованных материалов. По данным системы FAOSTAT Россия входит в пятерку крупнейших стран – заготовителей древесины. Ежегодно в России заготавливается 200 млн куб. древесины, в том числе 34 млн куб. пиломатериалов [1]. из которых 26 млн куб. экспортируется. Цена 1 куб. экспортного материала составляет 116,4 доллара США, что в 8–10 раз меньше цены продаваемого другими странами [2]. Причиной низкой экспортной цены пиломатериала из РФ является его недостаточно глубокая переработка. Одним из видов глубокой переработки древесины является модифицирование.

Модификация древесины – это направленное изменение свойств древесины, позволяющее комплексно улучшить свойства древесины, повышая ее прочность, стабильность размеров и форм, химическую стойкость, био- и огнестойкость и снижая влаго- и водопоглощаемость и набухание [3].

Существуют различные методы модифицирования древесины:

- термомеханическая модификация;
- химико-механическая модификация;
- модификация древесины синтетическими смолами;
- модификации древесины радиационно-химическим способом;
- химическая модификация.

Наиболее широкое применение нашел способ химико-механический модифицирования древесины (ХМД), заключающиеся в воздействии на древесину аминов, ангидридов карбоновых, альдегидов и др. веществ, в т. ч. мономеров и олигомеров, изменяющих состав и свойства материала клеточных стенок в результате пропитки. [4]

ХМД имеет следующие положительные свойства [5]:

- безопасность – для пропитки древесины используются современные антисептики, безопасны для людей и животных;
- биозащита – доска обладает надежной биозащитой от воздействия насекомых, грибковых заболеваний и плесени;
- долговечность – срок службы пропитанной древесины может достигать до 75 лет в зависимости от среды использования;
- прочность – В результате модифицирования ХМД с последующим прессованием (см. таблицу) [6] механическая прочность древесины повышается не менее чем в 3 раза;
- легкая обрабатываемость – пропитанные пиломатериалы легко обрабатываются всеми традиционными способами;
- сохраняет тепло – это натуральная древесина и обладает прекрасными теплоизоляционными характеристиками;
- влагоустойчивость – пропитанная древесина устойчива к воздействию влаги;
- высокие конструктивные свойства – пропитанная древесина является конструктивным строительным материалом. В связи с этим используется в различных областях техники.

Сравнение свойств древесины

Свойства (при влажности 12 %)	Осина	ХМД непрессованной осины	ХМД прессованной осины
Плотность, кг/м ³	495	700	1200
Влагопоглощение за 30 суток при влажности воздуха 92 %	19,0	14,6	14,9
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	44,7	100,0	150,0
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	77,4	123,0	250,0
Твердость поперек волокон, МПа	18,5	73,0	100,0
Биостойкость: потеря массы от воздействия плесени за 45сут, %	27	4,0	3,5
Огнестойкость: потеря массы при горении, %	19,6	5,0	3,3
Модуль упругости при изгибе, ГПа	9,2	20,1	24,7
Ударная вязкость, кДж/м ²	45,0	54,0	110,0

Из МХД древесины изготавливают подшипники (рис. 1), которыми можно заменить подшипники, сделанные из стали, бронзы и других металлов.



Рис. 1. Подшипник, выполненный из прессованной древесины

Модифицированная древесина нашла широкое применение в литейном производстве. Так, например, на литейном заводе «Петрозаводскмаш» (город Петрозаводск) изготавливают из модифицированной «модельной доски» модельную оснастку (рис. 2) по которой в дальнейшем изготавливается литейная форма для получения отливки. «Модельная доска» заменила материалы, которые использовались ранее: древесину сосны и твердых пород, сплавы из алюминия, бронзу и чугун.

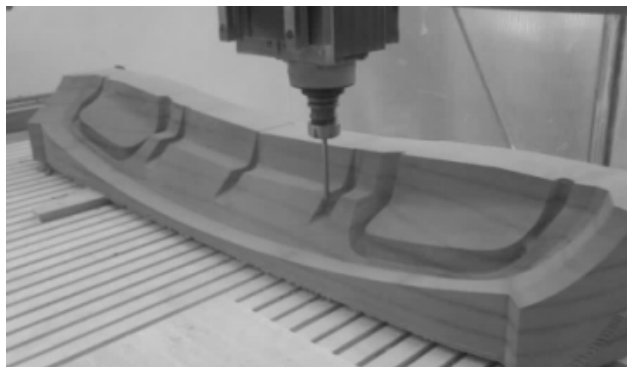


Рис. 2. Обработка модели на 5-координатном фрезерном станке

Преимущества модельной оснастки изготовленной из МХД по сравнению с другими видами материалов: хорошая обрабатываемость, стабильность размеров при длительном хранении, отсутствие влагопоглощения. Затраты на изготовление и хранение модельной оснастки из модифицированной древесины значительно ниже, чем у из ранее применяемых материалов.

Данный метод подготовки материала использовался при строительстве моста (рис. 3) в городе Снек (Нидерланды) [7].



Рис. 3. Мосты-близнецы в г. Снек

Для изготовления МХД используются специальное оборудование – автоклавы, в которых пропитка производится предварительно высушенной древесины, а прессование производится на специальном оборудовании.

Сотрудниками Петрозаводского государственного университета была разработана [8–9] двух операционная установка центробежной сушки и пропитки древесины (рис. 4).

Характеристики установки:

- емкость установки, 3м³;
- скорость вращения, до 500 об/мин;
- мощность привода, 36 кВт;
- влажность пиломатериала после сушки 8–12 %;

Эффект центробежного способа сушки и пропитки и прессования древесины заключается в том, что на первом этапе загруженный в установку сырой пиломатериал

под воздействием центробежных сил достигает конечной влажности 12–20 %. На втором этапе обработки в емкости установки заливается пропитывающий раствор и под воздействием центробежных сил он заполняет капилляры древесины. Под воздействием центробежных сил излишки пропитывающего раствора удаляются, и на доски оказывается давление равноценное при прессовании древесины после обработки в автоклаве. Режимы обработки древесины регулируются по времени и скорости оборота барабана в минуту.



Рис. 4. Установка для центробежной сушки и пропитки пиломатериалов

На основании результатов экспериментов по центробежной пропитке авторы [10; 11] пришли к следующим выводам [12]:

- жидкость, проникая через поверхность и периферийную торцевую, вытесняет через другую торцевую поверхность воздух, что обуславливает равномерное и интенсивное пропитывание образцов;
- давление жидкости на боковых сторонах детали распределяется таким образом, что характер проникновения жидкости распределяется таким образом, что характер проникновения жидкости исключает возможность сохранения непропитанных зон древесины;
- при пропитке не образуется зон с заземленным воздухом и не происходит инфильтрации пропиточного состава из древесины.

Таким образом, модифицированная древесина может найти широкое применение в различных отраслях техники.

Библиографические ссылки

1. All Content on FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gfis.net/gfis/en/en/search/all/1/FAOSTAT> (дата обращения: 23.04.2017).
2. Экспорт пиломатериалов из России в 1 полугодии 2016 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ved-stat.ru/pub/234-export-lumber> (дата обращения: 23.04.2017).
3. Модификация древесины [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroitelstvo-new.ru/drevesina/modification.shtml> (дата обращения: 23.04.2017).
4. Модифицированная древесина [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activestudy.info/modificirovannaya-drevesina/> (дата обращения: 23.04.2017).
5. Импрегнированная древесина [Электронный ресурс]. URL: <http://zel-dvorik.ru> (дата обращения: 23.04.2017).
6. Механохимически модифицированная древесина в строительстве [Электронный ресурс]. URL: <http://library.stroit.ru/articles/mechem/index.html> (дата обращения: 23.04.2017).

7. Виды деревянных мостов (тирольская классификация) [Электронный ресурс]. URL: <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3689> (дата обращения: 23.04.2017).
8. Пат. RU 168575 Российская Федерация, B27K/00. устройство для центробежной пропитки пиломатериалов / Богданов Д. М., Васильев А. С., Шегельман И. Р.; заявитель и патентообладатель ПетрГУ. 2016118188, заявл. 10.05.2016; опубл. 09.02.2016. Бюл. 4.
9. Пат. RU 141169 Российская Федерация, F26B11/04. установка для центробежной сушки древесины / Богданов Д. М., Васильев А. С., Демчук А. В., Будник П. В., Шегельман И. Р., Муратов А. В.; заявитель и патентообладатель ПетрГУ – 2013142504/06, заявл. 17.09.2013; опубл. 27.09.2013. Бюл. 15.
10. Александров П. А. Экспериментальное исследование пропитки древесины // Новое в технике и технологии лесосплава / под ред. В. И. Пятакина. Л. : ЛДНТП, 1976. С. 36–38.
11. Базаров С. М., Вараварин С. В., Меньшиков В. Н. К эволюции лесных ресурсов и заготовительных производств. СПб. : ЛТА, вып. 3/161. 1995. С. 65–71.
12. Григорьев Г. В., Куницкая О. А., Дмитриева И. Н. Совершенствование центробежного способа пропитки лиственной древесины. СПб. : СПбГЛТУ, 2015. 132 с.

© Богданов Д. М., Казачков О. В., 2017

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН

Б. Н. Прусс¹, Г. Д. Моисеев¹, П. Г. Колесников²

¹Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

²Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрены проблемы трения в узлах деталей машин.

Ключевые слова: детали машин, трение.

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF FOREST CARS

B. N. Pruss¹, G. D. Moiseev¹, P. G. Kolesnikov²

¹Bryansk State University of Engineering and Technology
Bryansk, Russian Federation

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article considers the problem of friction in the nodes of machine parts.

Keywords: machine parts, friction.

Детали узлов трения лесозаготовительных машин и деревообрабатывающих станков, такие как вкладыши подшипников скольжения, направляющие ленточных и рамных пил, шарниры, зубчатые колеса, втулки и другие работают в широком диапазоне скоростей и условий нагружения, при действии абразивных и активных сред, а зачастую и при недостаточной смазке. Такие условия эксплуатации рассматриваемых деталей способствуют быстрому достижению предельного износа их рабочих поверхностей и, соответственно, потере работоспособности ответственных узлов оборудования. При этом восстановление вышедших из строя деталей достаточно трудоемко и, кроме того, осложняется дефицитом традиционных антифрикционных материалов и их высокой стоимостью.

Помимо повышения износостойкости деталей важным является снижение энергонагруженности узлов лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования, поэтому возникает необходимость уменьшения в них потерь на трение. Таким образом, повышение длительности жизненного цикла узлов трения рассматриваемого оборудования и снижение энергозатрат при его эксплуатации имеет важное технико-экономическое значение.

Изложенное предопределяет необходимость при проектировании узлов трения решать вопросы оптимизации основных триботехнических и физико-химических свойств применяемых материалов, таких как антифрикционность, сопротивляемость изнашиванию и тепловому воздействию, способность гасить вибрации и ударные нагрузки, а также обеспечивать минимальное изнашивающее воздействие на поверхности контактирующих деталей.

Поэтому повышение долговечности рассматриваемых узлов лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования и снижение в них потерь на трение может быть достигнуто путем использования более рациональных материалов и формирования благоприятного уровня триботехнических свойств поверхностных слоев сопряженных деталей.

В качестве материалов, обеспечивающих работоспособность узлов трения, в условиях воздействия постоянных и переменных нагрузок и повышенных скоростей до 15–20 м/с целесообразно использовать износостойкие металлические и полимерные материалы, подвергнутые как объемному, так и поверхностному упрочнению.

Применение полимерно-металлических композиционных материалов в узлах трения деревообрабатывающего оборудования обусловлено их высокой износостойкостью, необходимыми прочностными характеристиками, возможностью работать при наличии абразива в зоне трения, способностью гасить ударные нагрузки и вибрации, минимальным износом сопрягаемых деталей, хорошей прирабатываемостью рабочих поверхностей, способностью работать в условиях ограниченной смазки, и даже в ее отсутствии. Кроме этого, в случае использования в качестве основы таких материалов растительного полимера – прессованной древесины можно, используя разные способы прессования, составы и схемы создания композиций, подбирать для различных условий эксплуатации наиболее эффективные решения.

Для повышения сопротивляемости термической деструкции прессованного древесного антифрикционного материала за счет снижения температурного режима эксплуатации ранее предлагалось располагать в нем металлические теплопроводящие элементы различной формы, изготовленные из материалов, обладающих повышенным уровнем теплоемкости, теплопроводности и антифрикционных характеристик. Было показано, что во многих случаях целесообразно использовать металлические элементы в виде сферических частиц, расположенных в объеме материала вкладыша [1].

В тяжело нагруженных узлах трения лесозаготовительной и деревообрабатывающей техники эксплуатируемых при значительных знакопеременных нагрузках, рационально применять антифрикционные чугуны, основные преимущества которых по сравнению с цветными антифрикционными сплавами заключаются в более высокой износостойкости, хорошей работоспособности при высоких давлениях, повышенных температурах и граничной смазке, а также низкой стоимости.

Достижение требуемых свойств антифрикционных чугунов обеспечивается оптимизацией их структуры, содержащей перлитную, перлитно-ферритную или аустенитную металлическую основу и различной формы графитовые включения. Требуемая структура металлической основы формируется в процессе литья и последующей термообработки.

Из этих чугунов наиболее перспективны высокопрочные чугуны с шаровидным графитом, которые имеют высокий модуль упругости и значительно большую, чем у стали, демпфирующую способность [2]. При этом графитовые включения способствуют эффективному смазыванию при трении и хорошему удержанию смазки, а также обеспечивают высокую теплопроводность. Для повышения механических свойств и снятия остаточных напряжений рекомендуется полученные детали подвергнуть термообработке – нормализации.

Для повышения сопротивляемости абразивному изнашиванию деталей целесообразно формировать в функциональном поверхностном слое на глубину до 1 мм мартенситную или мартенситно-бейнитную основу. С этой целью рекомендуется использовать поверхностную закалку с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ). В результате увеличивается твердость поверхностных слоев с одновременным повышением сопротивления истиранию и предела выносливости.

Повышение износостойкости и снижение энергозатрат в системе также может быть обеспечено путем снижения сил трения в контакте изнашиваемая поверхность – контробразец за счет образования на функциональных поверхностях тонких антифрикционных слоев. Создание таких слоев обуславливает значительное снижение сопротивления сдвигу при трении. Однако для возобновляемого формирования антифрикционных слоев в процессе эксплуатации необходимо иметь постоянный источник антифрикционного материала. Использование для этого вставок затруднено технологически и усложняет конструкцию деталей, снижает их прочностные характеристики. Сплошное покрытие изнашиваемых поверхностей медью или ее сплавами также не позволяет достигнуть положительного эффекта.

Поэтому был предложен более рациональный способ создания износостойкого покрытия, схема формирования которого представлена на рисунке 1. Покрытие наносится путем меднения шероховатой поверхности с последующим снятием поверхностного слоя на глубину, обеспечивающую создание запаса меди во впадинах исходного микрорельефа поверхности, подготовленной под меднение. Этот запас используется для возобновления антифрикционной пленки путем избирательного переноса меди на пятна фрикционного контакта из впадин микрорельефа исходной поверхности в процессе эксплуатации узла трения. При этом работоспособность поверхности сохраняется в течение длительного периода времени.

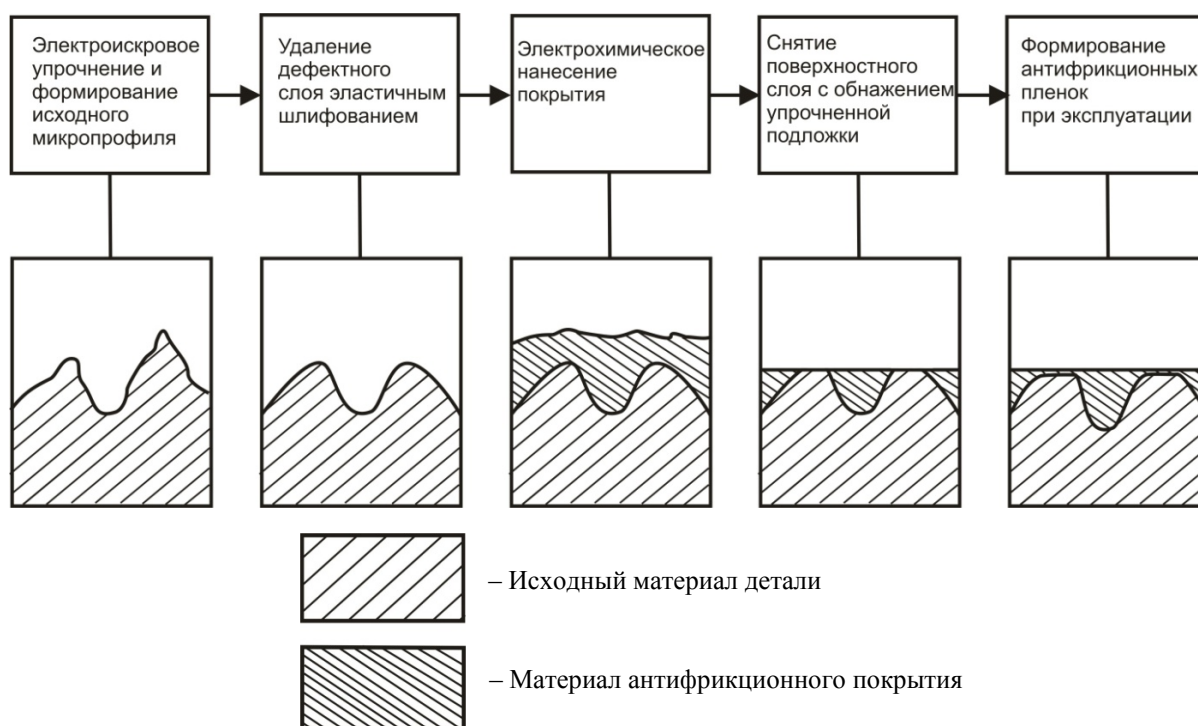


Схема создания антифрикционных покрытий

Так как условия работы узлов трения лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования в большинстве случаев требуют высокой несущей способности поверхностей, поэтому рекомендуется выполнять в качестве исходной обработки электроискровое упрочнение, обеспечивающее получение перекрещивающегося регулярно рельефа. Для удаления дефектного слоя, образующегося на поверхности упрочняемой детали при электроискровой обработке, перед меднением поверхностей следует выполнять эластичное шлифование. Исходный микрорельеф можно получать также пластическим поверхностным деформированием.

Окончательная обработка для получения требуемого соотношения площадей поверхности подложки и покрытия должна осуществляться жестким инструментом, так как эластичные инструменты, осуществляя интенсивную выборку меди из впадин, уменьшают эффективность предложенного способа создания антифрикционного слоя.

Таким образом, на основании анализа возможностей эффективного использования рассматриваемых материалов и антифрикционных покрытий для изготовления деталей можно сделать вывод о целесообразности их применения в конструкциях узлов трения для значительного повышения работоспособности и достижения экономичности использования лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования.

Библиографические ссылки

1. Новые древесно-металлические материалы для узлов трения деревообрабатывающей техники / Е. А. Памфилов [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. 2008. № 5. С. 24–26.
2. Сильман Г. И. Материаловедение : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Академия, 2008. 336 с.

© Прусс Б. Н., Моисеев Г. Д., Колесников П. Г., 2017

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ МУЛЬЧЕРОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

П. Г. Колесников¹, А. А. Пешков¹, М. П. Гордеев¹, Г. Д. Моисеев²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, г. Красноярск

²Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

Выполнен аналитический обзор существующих технологий мульчирования. Рассмотрены виды и типы мульчеров, представлены достоинства и недостатки данных измельчителей. Описаны устройства и принципы работы.

Ключевые слова: мульчер, измельчение, рабочий орган, ротор.

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF MULCHERS IN FORESTRY

P. G. Kolesnikov¹, A. A. Peshkov¹, M. P. Gordeev¹, G. D. Moiseev²

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Bryansk State University of Engineering and Technology
Bryansk, Russian Federation

The article made an analytical overview of existing technologies mulching. The types and types of mulcher devices is analyzed, the advantages and disadvantages of these grinders. Describes the device and principles of operation.

Keywords: mulcher, crushing, working body, the rotor.

Одним из приемов выращивания полноценных и долговременных лесных культур является осветление, в процессе которого регулируют густоту и улучшают условия роста деревьев главной породы. Осветление проводят в насаждениях, начиная с 3...5 и до 10 лет, а при зарастании междурядий порослью второстепенных лиственных пород необходимость осветления культур проявляется уже на втором году после посадки. Особенно это характерно для зоны смешанных лесов, где обилие тепла, плодородные почвы и достаточное количество осадков приводит к массовому появлению поросли осины и березы. И если своевременно не проводить осветление, культуры гибнут [1].

Для срезания поросли широко применяются мульчеры различных конструкций.

Мульчер – это универсальный аппарат для удаления на месте некондиционной древесины.

Мульчеры используются для ухода за лесными участками; расчистки территории под линиями электропередачи; в полосах отвода газо- и нефтепроводов, автомобильных и железных дорог; создания противопожарных полос в лесу; уборки поврежденных деревьев после пожаров, ураганов, наводнений; ландшафтных и сельскохозяйственных работ [2].

Для измельчения древесно-кустарниковой растительности применяют технологии дискового рис. 1 и роторного рис. 2 измельчения. Как видно из названия, основным рабочим органом машин, работающих по дисковой технологии (Rotary Disc Mulching (RDM) Technology), является дисковая фреза с закрепленными на ней зубьями из твердосплавного материала [3].

Такие фрезы, как правило, устанавливаются на стрелу экскаватора или трактора и позволяют срезать и измельчать подлесок, стволы и пни практически любого диаметра за несколько проходов.

Площадь работы дисковых измельчителей небольшая, но размеры, вес и энергопотребление по сравнению с роторными несколько меньше, что определяет их относительно невысокую стоимость.

К недостаткам таких измельчителей можно отнести необходимость частой смены зубьев при работе на поверхности грунта.



Рис. 1. Дисковый навесной мульчер

Основным рабочим органом мульчеров роторного типа является закрепленный в торцах вращающийся вал – ротор, конструкция которого определяется назначением, обрабатываемым материалом и условиями работы. Ротор мульчера может быть оснащен подвижными (шарнирно закрепленными) молотками, измельчающими древесину за счет ударного воздействия, или неподвижными, жестко закрепленными резцами с твердосплавными вставками, измельчающими древесину разрезанием. Иногда используется комбинированный вариант – режущие молоты, оснащенные твердосплавными резцами [3].

Основными рабочими характеристиками ротора мульчера являются ширина обработки (или ширина полосы, которую может за один проход очищать данный ротор) и диаметр ротора. Понятно, что при большей ширине ротора повышается производительность работы, однако также увеличиваются и потребляемая мощность, и вес мульчера,

то есть требуется более мощный носитель. Диаметр ротора определяет высоту или глубину обработки. Привод ротора в зависимости от типа машины организуется по-разному. Это может быть привод от вала отбора мощности (ВОМ), гидропривод или даже собственный двигатель.

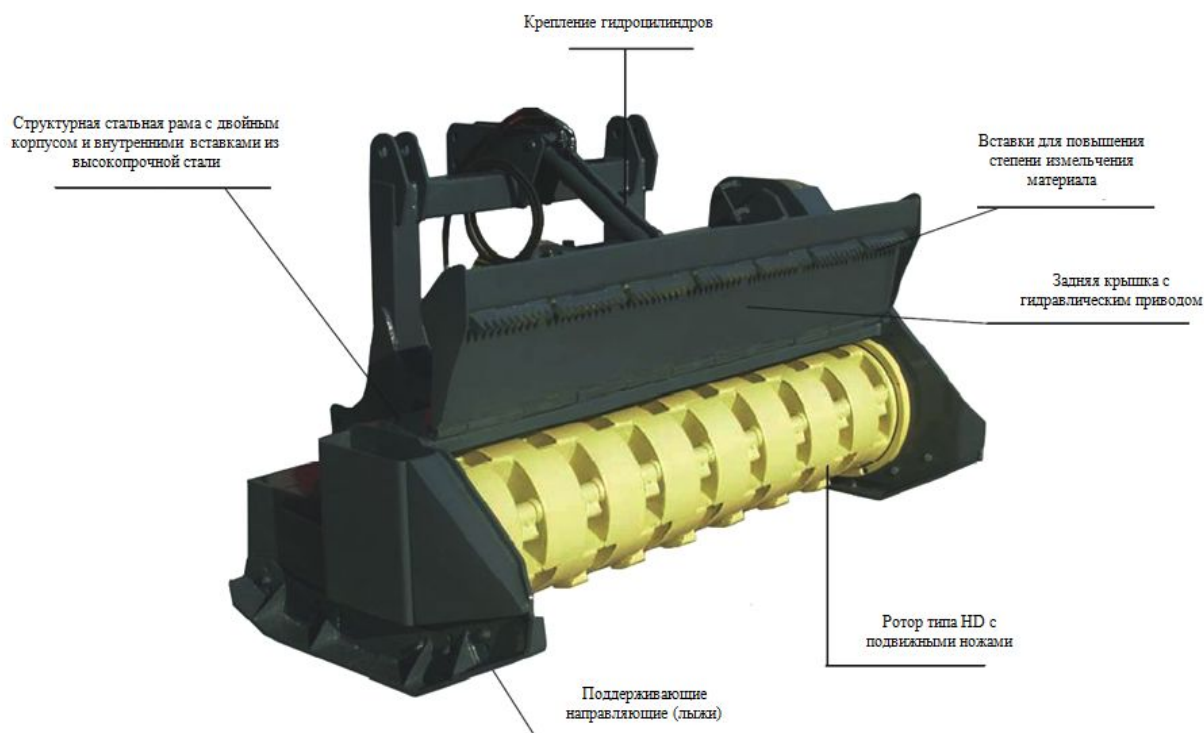


Рис. 2. Мультчер роторного типа

Мультчеры с приводом от вала отбора мощности рис. 3 закрепляются на трехточечную навеску трактора и позволяют расчищать территории от древесной растительности. Могут быть использованы и для расчистки участков после лесозаготовок, просек ЛЭП, полос отводов газо- и нефтепроводов, полос вдоль железных и автомобильных дорог, а также в сельском хозяйстве для уничтожения старых садов перед закладкой новых. Такие мультчеры выпускаются для тракторов мощностью от 40 до 400 л. с., с различными вариантами роторов и разнообразной комплектацией. Самые мощные модели позволяют измельчать кусты, ветки и деревья до 50 см в диаметре и обрабатывать территории на скорости до 5 км в час. Для мощных машин используют двусторонний привод ротора, передача усилия на который может быть осуществлена через встроенную раздаточную коробку, эластичные ремни или боковые карданные валы. В целях удобства мультчеры оборудуются рамкой-толкателем для раздвигания кустов и валки деревьев, жестко закрепленной или управляемой гидроприводом. Высота положения ротора над землей определяется установкой опорных катков или регулируемые салазками. Мультчеры с приводом от ВОМ могут быть выполнены для задней и передней навески. Некоторые производители предлагают также машины с автономным двигателем. Такие мультчеры могут навешиваться на самые разные шасси, в частности на бульдозеры и фронтальные погрузчики [3].

Некоторые модели роторов разработаны специально для работы с погружением в грунт.

Ротаторы (почвенные фрезы) позволяют измельчать корни и пни, разрыхлять почву. Такие машины подходят для создания противопожарных полос, восстановления

заброшенных территорий, расчистки участков после лесозаготовок, корчевания, разрыхления почвы перед посадкой новых деревьев с одновременным удалением старых пней и корней. Ротаваторы, рассчитанные на работу с мощными тракторами, способны обрабатывать территории с пнями до 40 см в диаметре и погружаться в грунт до 50 см, обеспечивая глубокую обработку грунта. При этом используется ротор большого диаметра (1 м), вращающийся с небольшой скоростью. Для закрепления грунта после измельчения возможна установка прижимного вала с гидравлическим подъемом.

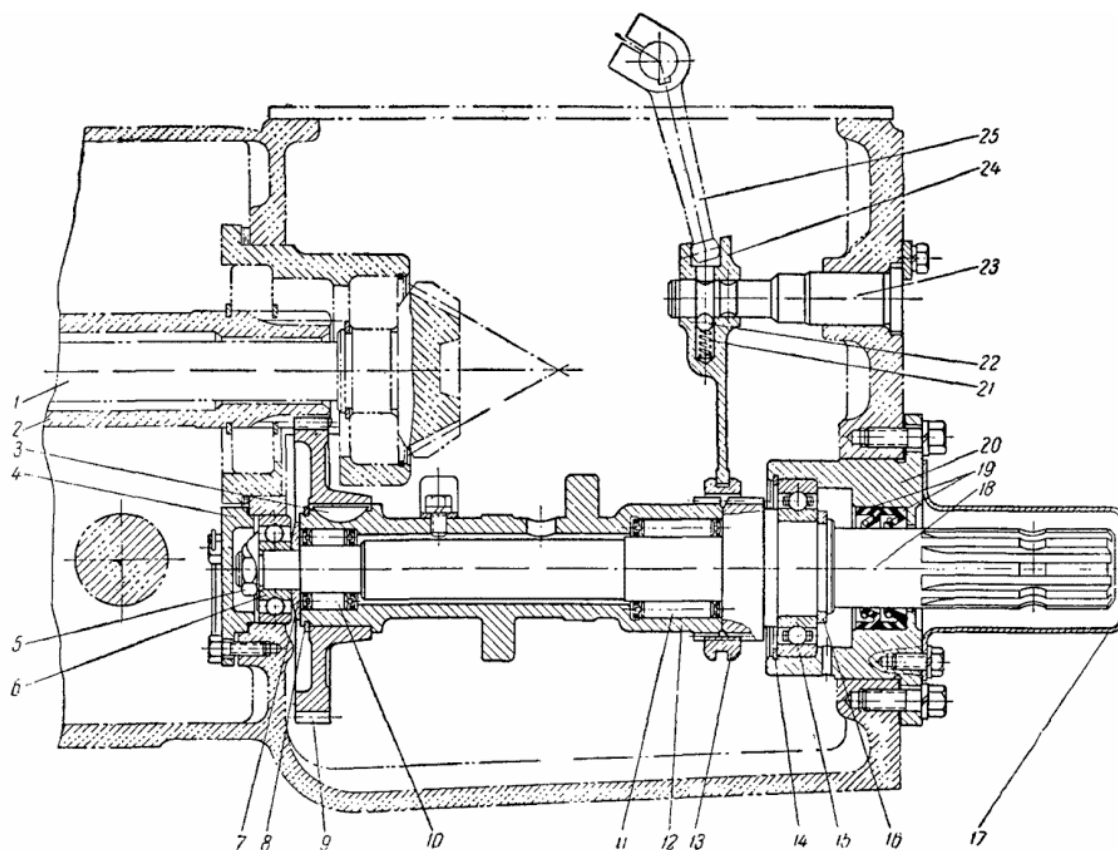


Рис. 3. Вал отбора мощности и привод насоса самоходного шасси ДСШ-14:

1 – главный вал муфты сцепления; 2 – трубчатый вал муфты сцепления; 3 – шпонка; 4 – крышка; 5 – гайка; 6 – подшипник; 7 – шайба; 8, 14, 16 – стопорные кольца; 9 – ведомая шестерня привода; 10, 11 – роликовые подшипники трубчатого вала; 12 – трубчатый вал привода; 13 – зубчатая муфта; 15 – подшипник; 17 – колпак; 18 – вал отбора мощности; 19 – сальники; 20 – гнездо подшипника; 21 – пружина фиксатора; 22 – шариковый фиксатор; 23 – направляющий палец вилок; 24 – вилка включения вала отбора мощности; 25 – рычаг внутренний

Мульчеры, монтируемые на самоходные шасси, с гидравлическим отбором мощности. Как правило, это машины с фронтальным креплением мульчера на компактный погрузчик, самоходную тележку на гусеничном ходу или другую технику высокой проходимости. Такие машины весьма распространены, среди них есть как легкие варианты для ухода за парками и зелеными зонами, так и тяжелая техника для вырубке трасс. Привод ротора в них, как правило, осуществляется клиноременной передачей от одного или двух гидромоторов, подключенных к гидросистеме носителя (погрузчика, бульдозера и пр.). Мощность таких мульчеров варьируется в широком диапазоне. Самые производительные рассчитаны на работу с носителем мощностью до 600 л. с. Основное назначение таких мощных машин – вырубка и очистка трасс для нефте- и газопроводов, линий электро-передачи и других линейных объектов. Для работы на участках большой

протяженности удобно фронтальное крепление измельчителя, на котором закрепляются толкатели для валки деревьев.

Применение мульчерной технологии гарантирует полное удаление и утилизацию растительности и порубочных остатков за один проход.

Мульчер срезает деревья и кустарник, перемалывает в щепу, перемешивает её с верхним слоем почвы и оставляет их за собой. Эта технология заменяет рубку, корчевку, складирование, сжигание и вывоз остатков и не требует дорогостоящих химикатов, которые опасны для окружающей среды и здоровья людей.

Библиографические ссылки

1. Малюков С. В. Обоснование рабочего процесса и параметров комбинированного рабочего органа кустореза-осветлителя лесных культур : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01: защищена 15.05.2012. Воронеж : ВГЛТА, 2012. 190 с.

Что такое мульчер? Для чего он нужен? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stroyimdom.ru/stroitelstvo/spectexnika/chto-takoe-mulcher-dlya-chego-on-nuzhen-kak-klassificiruyutsya-mulchery-i-na-baze-chego-oni-ustanovleny.htm> (дата обращения: 23.04.2017).

2. Тикачев В. А. Мульчеры и измельчители пней // ЛесПромИнформ, 2010. № 4. С. 76–81.

© Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д., 2017

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УХОДА ЗА ДЕРЕВЬЯМИ

А. С. Коновалов¹, В. Н. Коршун²

¹ Дивногорский техникум лесных технологий
Российская Федерация, г. Дивногорск

² Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Дается анализ существующих технологий полива деревьев. Приводится описание инъектора для прикорневого полива деревьев. Описывается конструкция устройства.

Ключевые слова: прикорневой полив, инъектор, устройство.

THE EQUIPMENT FOR ROOT WATERING TREES

A. S. Konovalov¹, V. N. Korshun²

¹ Divnogorskiy Forestry College of Technology
Russian Federation, Divnogorsk

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article analysis of existing technologies for intrauterine watering trees is proposed. The description of the injector for radical watering of trees is given. The design of the device is described.

Keywords: root watering, injector, design device.

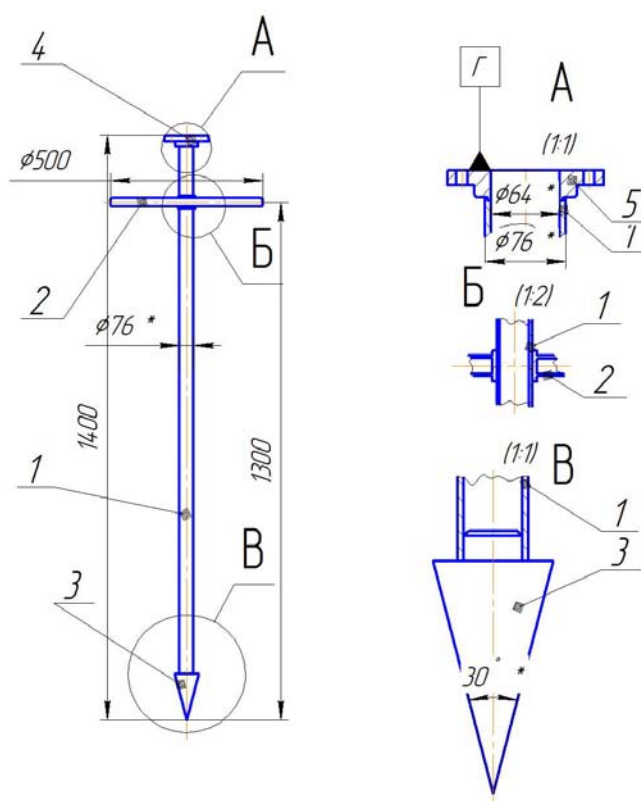
При лесовыращивании и уходе за лесом деревья нуждаются в увлажнении. При поливе прирост биомассы дерева повышается. Основная часть корневой системы дерева находится на глубине. Поверхностный полив при уклоне и при уплотнении почвы является неэффективным и ведет к перерасходу воды [1].

Анализ показывает, что для полива деревьев используются поливомоечные машины. Возможны следующие схемы полива: шлангами, подключенными к водопроводной сети от расположенных рядом домов, устройством летнего поливочного водопровода, системой гидробуров на базе поливомоечной машины. Полив с помощью гидробура, разработанного АКХ им. Памфилова, складывается из двух этапов: заглубление иглы гидробура и насыщение корнеобитаемого слоя жидкостью. Заглубление гидробура – 30–60 см, 9–12 «уколов» на один приствольный круг. Время одного «укола» – 30 сек., давление жидкости – 210–410 Па (2–4 атм.). После завершения обработки корневой системы дерева машина перемещается. Аналогично производится полив с помощью гидробуров, которые заглубляются в почву и работают под давлением 2–3 атм. Часто вместе с поливом производится подкормка.

Существующие машины не обеспечивают необходимую глубину заглубления гидробура. Она должна быть намного глубже, чтобы питательные и лечебные растворы попали в корневую систему деревьев. В поливомоечной машине «Крона» заглубление

гидробура осуществляется вручную. Для выполнения работ необходим специальный рабочий, осуществляющий прокол почвы [2]. Такие устройства разработаны, но заглубляются в почву они вручную. При ручном проколе глубина полива не превышает 0,7 м. Корневая система дерева расположена значительно глубже.

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы разработано оборудование, устанавливаемое на базе самоходного шасси. Машина включает в себя самоходное шасси ВТЗ-30СШ, на которое установлен манипулятор от сельскохозяйственного погрузчика ПГ-0,2, с которого снят вилочный грейферный захват, а вместо него устанавливается разработанный иньектор. Дополнительно на раме установлена емкость для воды и растворов, монтируется водопроводная аппаратура. На рисунке приведен чертеж разработанного устройства.



Чертеж рабочего оборудования

Рабочее оборудование иньектора выполнено сварным из трубы 1 с ограничителем глубины заглубления 2 и коническим наконечником 3. Для монтажа оборудования с гидравлической системой подачи жидкости установлен патрубок 4.

Заглубление иньектора выполняется опусканием стрелы манипулятора. Глубина иньектирование растворов в корневые системы деревьев составляет 1,5 м.

Работает устройство следующим образом. Машина перемещается под пологом деревьев. Включается ВОМ базовой машины. Управляя манипулятором из кабины, оператор наводит иглу иньектора на место укола. Стрела манипулятора опускается и иньектор вертикально либо под нужным углом заглубляется в почву до ограничителей. После этого включается водяной насос. Жидкость из емкости под давлением 0,2 МПа подается на иньектор. При достижении в системе иньектора требуемого давления, открывается отсекательный клапан и жидкость через отверстия в игле подается в почву. Время насыщения почвы составляет при одном уколе 60 секунд. На одно расчетное дерево требуется три укола (при ручном иньектировании – требуется шесть уколов). При

отключении насоса, давление в системе снижается, отсекающий клапан закрывается. Это предотвращает подтекание жидкости через сопла. Инжектор стрелой манипулятора поднимается и устанавливается на новое место. С одного места стоянки выполняется несколько рабочих циклов инъецирования.

Для заполнения водой емкости гидросистема перемонтируется требуемым образом при помощи вентиля. В ней готовятся водные рабочие растворы минеральных и органических удобрений, биодобавки и стимуляторы роста, лечебные препараты.

Наиболее эффективна машина для прикорневого полива при предзимнем поливе.

Библиографические ссылки

1. Зотов В. А. Машины для городских озеленительных хозяйств. М. : Машиностроение, 1978. 203 с.

2. Гуцелюк Н. А., Спиридонов С. В. Технология и система машин в лесном и садово-парковом хозяйствах. СПб. : ПРОФИКС, 2008. 696 с.

© Коновалов А. С., Коршун В. Н., 2017

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С НЕПОЛНЫМИ ДАННЫМИ НА МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ ПРЕДМЕТА ПО КУРСУ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

В. В. Конюхова, Х. М. Шоназаров

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Изучаются вопросы формирования творческого мышления и познавательных интересов студентов высших учебных заведений посредством решения задач с неполными данными на моделирование формы предмета. Рассмотрен пример задачи данного типа.

Ключевые слова: инженерная графика, технический рисунок, моделирование, чертеж.

THE SOLUTION OF TASKS WITH INCOMPLETE DATA ON MODELLING OF THE FORM OF THE SUBJECT OF THE COURSE “ENGINEERING GRAPHICS”

V. V. Konyukhova, H. M. Shonazarov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Article is devoted to questions of formation of creative thinking and cognitive interests of students of higher educational institutions by means of the solution of tasks with incomplete data on modeling of a form of a subject. An example of a problem of this type is reviewed.

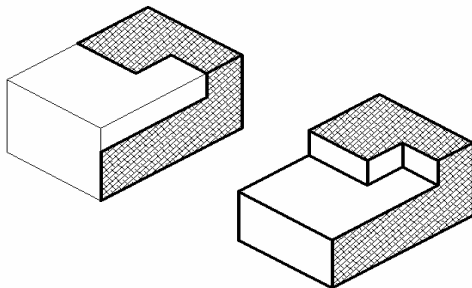
Keywords: engineering graphics, technical drawing, modeling, drawing.

В настоящее время роль начертательной геометрии и инженерной графики в образовании неизмеримо возросла. Сегодня трудно представить себе студента по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование», который не умеет работать с чертежами и другими графическими изображениями. Для повышения уровня подготовки обучающихся высших учебных заведений по курсу «Инженерная графика», для развития их интеллектуальных способностей и специальных умений, связанных с элементами конструирования ведущими специалистами в области черчения предлагается использование творческих заданий [1; 2]. Одним из видов таких заданий являются задачи с неполными данными на моделирование формы предметы.

Целью решения задач с неполными данными является моделирование формы предмета по техническому рисунку с недостающими на нем линиями [1; 3]. По условию задачи требуется достроить технический рисунок предмета. Эти задачи имеют много решений. Рекомендуемые задачи полезны и тем, что создают основу, необходимую для решения задач на построение наглядных изображений с вырезами. При ознакомлении студентов со способами решения этих задач, обращается внимание на два момента. Во-первых, на то, что две пересекающиеся плоскости, образующие элементы вырезов, всегда имеют общую линию (из раздела тела с вырезом). Для объяснения

можно использовать развернутую книгу или модель трехгранного угла. Во-вторых, на то, что вырез может содержать и круглые элементы.

В основу решения задач с неполными данными были положены соответствующие задачи исполнительского характера, в которых количество и смысл пропущенных линий позволяет в итоге получить единственное решение. В приводимых задачах пропущенные элементы лишают условие определенности, но тем самым превращают исполнительскую задачу в творческую. Рекомендуемые задачи закрепляют и углубляют понимание студентов проекционного соответствия видов на чертеже. Пример задачи на моделирование формы по техническому рисунку показан на рисунке.



Пример задачи на моделирование формы по техническому рисунку с недостающими на нем линиями.

Большой интерес получили задачи «круглой» детали по элементам сечения, входящего в состав разреза, и положению секущей плоскости, в которых сечения, входящие в состав разреза, нужно мысленно повернуть на 360° вокруг заданной оси и в итоге построить соединение половины вида и разреза. Сечение задается не полностью, отсутствующую его часть студент дополняет произвольно в соответствии с заданными габаритами. Решение может включать в себя изображение наружной и внутренней резьбы. Для решения задачи достроенную фигуру сечения нужно мысленно повернуть на 360° , получив при этом наружное очертание вида, а затем провести недостающие линии вида и разреза. При объяснении преподаватель должен использовать модели сечения, жестко скрепленного с осью, и, вращая ее, демонстрировать образование внешней и внутренней формы предмета.

Применение задач этого вида способствует пониманию студентами правил соединения половины вида с половиной разреза. Позднее студенты могут пользоваться приемами решения этих задач при чтении сборочных чертежей, где часто требуется понимание формы детали, частично заслоненной другими деталями.

Библиографические ссылки

1. Васильева К. В., Кузнецова Т. В., Чувашев А. П. Основы проекционного черчения : учеб. пособие. М. : ФГОУ ВПО МГУЛ, 2013. 66 с.
2. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2010. 256 с.
3. Чекмарев А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение : учебник. М. : Инфра-М, 2013. 396 с.
4. Зеленый П. В., Белякова Е. И. Инженерная графика : практикум. М. : Инфра-М ; Нов. знание, 2012. 303 с.
5. Учаев П. Н., Емельянов С. Г. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие. Ст. Оскол : ТНТ, 2013. 352 с.

© Конюхова В. В., Шоназаров Х. М., 2017

ЗАДАЧИ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ РАЗВИВАЮЩИЕ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

В. В. Конюхова, И. Р. Насириддинзода

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрены два типа задач по «Инженерной графике», способствующие развитию проектной деятельности студентов высших учебных заведений. Приведены примеры задач

Ключевые слова: инженерная графика, проектная деятельность, моделирование, ортогональные проекции

THE TASKS OF ENGINEERING GRAPHICS DEVELOPING DESIGN ACTIVITY OF STUDENTS OF MACHINE-BUILDING SPECIALTIES

V. V. Konyukhova, I. R. Nasiriddinzoda

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In article two types of tasks of “Engineering graphics” promoting development of design activity of students of higher educational institutions are considered. Examples of tasks are given.

Keywords: engineering graphics, design activity, modeling, orthographic projection.

Разработка задач развивающих проектную деятельность студента предусматривает графическое моделирование предмета по чертежу с неполными данными. Обладая ярко выраженным творческим характером, решение данных задач побуждает студентов к активному поиску и комбинаторике. С другой стороны, разработка задач и их решение избирательно углубляет и закрепляет графические знания по ведущим разделам курса «Инженерная графика».

Ведущими специалистами по черчению разработаны задачи двух типов. В задачах первого типа – задается ортогональная проекция пространственной формы не обладающая свойством обратимости, и поэтому может изображать самые различные, абсолютно не похожие друг на друга предметы [1; 2]. В начале, на примере моделей показывается, что прямоугольник может оказаться изображением прямоугольного параллелепипеда, цилиндра или его части; призм, в основании которых лежит равносторонний прямоугольный или произвольный треугольник. В каждом случае из соответствующей основы удаляется часть ее, что и показывается на заданном изображении. Таким образом, получается, что четыре предмета разной формы имеют общую проекцию. Учитывая, что приведенные примеры далеко не исчерпывают возможные варианты, были вы-

полнены технические рисунки других предметов, имеющих ту же ортогональную проекцию (рис. 1).

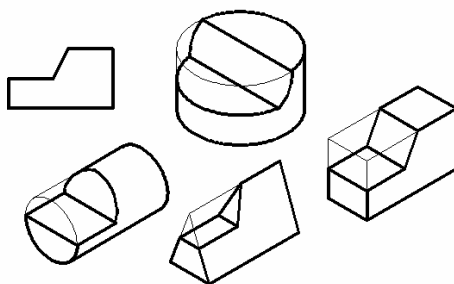


Рис. 1. Выполнить технические рисунки предметов, имеющих заданную ортогональную проекцию

В задачах второго типа – задается вид спереди, к которому нужно придумать варианты возможных видов сверху [1–3]. Для успешного решения задач необходимо обратиться к теоретическим разделам курса «Инженерная графика». Было исследовано, какие геометрические тела могут иметь одной из своих проекций квадрат, треугольник или круг. Это оказывалось достаточным для того, чтобы получить три варианта решений. Заметим, что в этом и большинстве последующих примеров задавались габариты искомых изображений. Это конкретизировало работу и исключало случаи, когда вариативность решений достигается лишь за счет изменения габаритов изображений. В следующих задачах в качестве исходного изображения задавалась проекция более сложного объекта. К тому же требовалось выполнить чертеж не в двух, а в трех проекциях. При разработке и решении задач, было необходимо понять, какие геометрические тела могут лежать в основе формы (рис. 2).

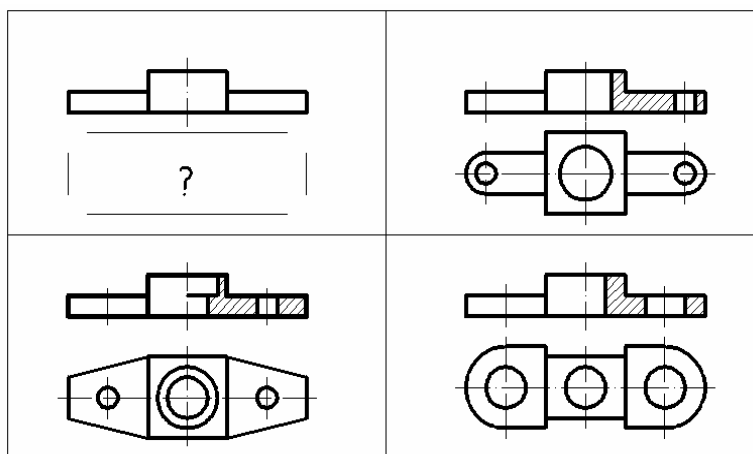


Рис. 2. Пример задачи на моделирование формы по заданному виду и габаритам

В заключение хотелось отметить, что для эффективного изучения дисциплины «Инженерная графика» студентами машиностроительных специальностей наиболее рациональным является использование элементов проектного подхода к организации учебных занятий. Использование задач данного типа, позволяет организовать учебный процесс в виде проблемного обучения, что в свою очередь позволяет наиболее эффективно усвоить профессиональные компетенции обучающихся машиностроительных специальностей.

Библиографические ссылки

1. Зеленый П. В., Беякова Е. И. Инженерная графика : практикум. М. : Инфра-М ; Нов. знание, 2012. 303 с.
2. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2010. 256 с.
3. Учаев П. Н., Емельянов С. Г.. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие. Ст. Оскол : ТНТ, 2013. 352 с.

© Конюхова В. В., Насириддинзода И. Р., 2017

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ ОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ МАЛОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. В. Кувшинов, Д. А. Кувшинов, Д. А. Рыжих, Н. Д. Кувшинов

Петрозаводский государственный университет
Российская Федерация, г. Петрозаводск

Рассматриваются вопросы повышения эффективности мероприятий охраны труда по активизации внимательности и осторожности с обязательным самоконтролем и отчетом каждым работником. Описывается проведение эксперимента для рабочих, ремонтирующих лесную технику в условиях малого предприятия.

Ключевые слова: система мероприятий, охрана труда, лесная промышленность.

INCREASING THE LEVEL OF PROTECTION FROM DANGER EMPLOYEES OF SMALL TIMBER COMPANIES

A. V. Kuvshinov, D. A. Kuvshinov, D. A. Ryzhyh, N. D. Kuvshinov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russian Federation

In the article the questions of increase of efficiency of activities of labour protection to enhance care and caution with the mandatory self-monitoring and report each employee. Describes an experiment for workers repairing forestry equipment in the small business.

Keywords: system events, health, the forest products industry.

По известным причинам снижение российского производства лесной техники повысило долю маломеханизированного ручного труда в малых предприятиях, как в лесозаготовительном, так и в ремонтном секторе лесной промышленности. При этом такая вооруженность труда требует от рабочих умения выполнять сложные траектории ручных движений, что повышает вероятность травмирования рабочих. Одной из основных причинной травматизма, особенно в малых предприятиях, является главным образом невнимательность и неосторожность работников.

На величину производственного травматизма влияют разнообразные трудовые факторы. В связи с этим профилактику травматизма целесообразно основывать на анализе положительного и отрицательного влияния этих факторов, разработке и контроле исполнения защитных мероприятий в отношении конкретных факторов, повышающих опасность труда.

Это комплексная задача осложняется спецификой непостоянства рабочих мест ремонтных рабочих (слесарей), а также первичной неопределенностью самих неисправностей ремонтируемого оборудования. Одновременно, ремонтные работы на непостоянных рабочих местах выполняются в большинстве случаев с применением механизированных энергоемких инструментов, что в свою очередь, требует повышенной внимательности, осторожности и аккуратности от ремонтных рабочих и от их мастеров, как непосредственных руководителей.

Специфика индивидуальности ремонтных работ и трудовых отношений в коллективах малых предприятий делает объективно необходимым осуществлять рабочими непрерывный самоконтроль. Одновременно важность оперативности контроля мастера за индивидуальной работой подчиненных, значительно повышается в малых предприятиях, в том числе лесопромышленного сектора.

Многолетний опыт показывает, что главными причинными факторами несчастных случаев являются умышленные и неумышленные профессиональные ошибки в виде отклонений от норм правил охраны труда в действиях персонала. Практика показывает, что только инструктажи и информационные указания мастеров о возможных или уже произошедших нежелательных случаях не эффективны для снижения и/или удержания травматизма на приемлемых уровнях. Поэтому у работников необходимо развивать и повышать уровни сложности системности и развитости интуиции их мышления, адекватно уровням неопределенности и технологической сложности поручаемых ремонтных работ.

Отклонения от норм и требований своей наглядностью и определенностью ассоциируются человеком с тяжестью возможных нежелательных потерь (неисправностей, ущербов и т. п.), а частота формирования ситуаций с этими отклонениями, ассоциируется с вероятностью реализации опасности в виде тех или иных по тяжести потерь.

Эти отклонения происходят как из-за условий труда (загроможденность рабочего места, перепады высоты, перемещение груза, повышенная влажность и т. п.), так и из-за действий самих работников.

Экспериментальная апробация организации и осуществление повышения активности внимания и осторожности ремонтных рабочих и их мастера, была произведена на одном из малых предприятий Республики Карелия, производящего обслуживание и ремонт лесной техники.

Организация и проведение этого эксперимента с ремонтными работниками была осуществлена аналогично и на основе подобного эксперимента, проведенного авторами этой статьи с работниками малого строительного предприятия [1; 2].

Для эксперимента по согласованию с руководителем предприятия и мастером участка были выбраны двое рабочих, ремонтирующими лесную технику, которые часто нарушали нормы и правила по охране труда, а также и двое рабочих, которые считались дисциплинированными в части выполнения требований правил.

Мастер обязал всех их выделять и оценивать ситуации с повышенным уровнем опасности, которые возникали в их работе и быту, соответственно в рабочее время и во время после работы, включая выходные дни. Работники самостоятельно оценивали степень опасности ситуации исходя из собственных ощущений. В свою очередь, мастер также отмечал и оценивал уровни опасности ситуаций, в которых эти рабочие оказывались в течение рабочего времени. При этом мастер, в силу необходимости организации производственного процесса достаточно большого количества работников, не мог постоянно контролировать действия каждого рабочего, участвующего в эксперименте.

Для фиксации оценок работникам были выданы анкеты. В процессе эксперимента мастер в начале каждого трудового дня просматривал личные оценки этих рабочих уровней опасности и количества таких ситуаций за предыдущий день. После чего мастер вносил эти самооценки рабочих в свой блокнот. В случаях сомнения у мастера по поводу оценок, сделанных рабочим, мастер совместно с этим рабочим уточнял эти оценки.

В табл. 1 и 2 представлены рассчитанные авторами статьи ежедневные риски по личным данным наблюдений рабочих, компромиссно скорректированным наблюдением за их работой мастером. За максимальное значение риска принималось 25 баллов.

Таблица 1

**Изменение среднего риска ситуаций с повышенной опасностью,
проявленных рабочими по дням 1-ой недели эксперимента**

Риски в рабочее/нерабочее время						
понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
9,87/10,62	5,74/6,19	8,07/9,35	6,32/7,43	7,64/8,32	12,17	12,43

Таблица 2

**Изменения среднего риска ситуаций с повышенной опасностью,
проявленных рабочими по дням 2-ой недели эксперимента**

Риски в рабочее/нерабочее время						
понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
7,12/8,24	5,11/5,93	7,84/8,33	6,92/7,91	6,47/7,86	11,43	11,62

Характерным для 1-й недели оказалось, что работники наибольшее количество ситуаций с повышенным уровнем опасности замечали и выявляли по ощущениям помех со стороны условий труда окружающей их среды. Поэтому мастеру чаще приходилось обращать внимание работников на ошибки в их личных действиях и уточнять с ними количества таких ситуаций для рабочего времени. При этом после рабочего дня и в нерабочие дни (воскресенье и субботу) этих ситуаций у каждого участника эксперимента было отмечено большее количество ситуаций и больший уровень опасности этих нерабочих ситуаций.

Индивидуально, количество выявленных ситуаций повышенной опасности у всех участников было разным: и по дням, и по их общему количеству за неделю. При этом у участников «не нарушителей», количество ситуаций с выявленным повышенным уровнем опасности, в большей степени совпадал с отметками мастера, чем у участников – «нарушителей».

В течение 2-й недели в рабочее и нерабочее время количество этих ситуаций по уровню риска, у всех участников оказалось примерно одинаковым. Опасность ситуаций в нерабочее время оказалась у всех участников выше, чем в рабочее время. Одновременно с этим, выявляемые участниками «нарушителями» количества ситуаций и их уровни опасности в большей степени совпадали с выявленными ситуациями мастера. При этом, по мнению участников эксперимента, эти обязывающие их самонаблюдения оказались полезными и помогли им почувствовать, что такое осмысленная внимательность и осторожность в их поведении, в том числе и быту.

В результате пробного эксперимента мастером было отмечено в действиях работников общее повышение аккуратности, внимательности, как со стороны участников эксперимента, так и остальных работников. При этом произошло общее снижение количества ситуаций труда среди работников участка с существенными отклонениями от норм в их работе, а также увеличение количества обращений с информацией о ненормальных условиях их труда.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

необходимо продолжить такие наблюдения и дополнить расчет рисков прогнозом тренда рискованности в действиях конкретных работников;

в перечень мероприятий системы охраны труда целесообразно ввести обязательное оценивание рисков опасности производственных ситуаций самими работниками, накапливать статистику этих оценок.

Библиографические ссылки

1. Кувшинов А. В., Кувшинов Д. А. Опыт инновации в обучении по охране труда работников строительного предприятия. Наука и образование в Арктическом регионе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (4–8 апреля 2016 г., Мурманск) : в 2 ч. Ч. 1. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. С. 66–73.

2. Кувшинов А. В., Кувшинов Д. А. Снижение опасности труда в малых строительных предприятиях // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии : сб. ст. науч.-практ. конф. (23–27 июня 2014 г., Петрозаводск) / ПетрГУ. Петрозаводск : Изд-во Петропресс, 2015. С. 96–102.

© Кувшинов А. В. Кувшинов Д. А. Рыжих Д. А. Кувшинов Н. Д., 2017

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВЫБОРА ТЕХНИКИ ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

И. В. Кухар, Н. В. Шмарин, А. А. Карелина

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Приводится обзор тенденций выбора существующей техники для лесозаготовок, проведен анализ канадской лесозаготовительной техники.

Ключевые слова: харвестер, сортиментная лесозаготовка, хлыстовая лесозаготовка.

THE MAIN TRENDS IN THE CHOICE OF EQUIPMENT FOR LOGGING OPERATIONS

I. V. Kukhar, N. V. Shmarin, A. A. Karelina

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

An overview of trends in the selection of existing technology for logging is given, an analysis of Canadian logging equipment is made.

Keywords: harvester, Timber Harvesting, Whiplash Harvesting.

Для многих лесозаготовителей в России при выборе техники решающим фактором чаще всего является цена. Как крупные компании приобретают технику или оборудование. Например, крупнейшая компания приобретает для своих лесозаготовительных предприятий технику. Как правило, это происходит через тендер. В компании работают опытные технические специалисты, знающие лесную специфику, но их мнение – на втором плане. Тендер проводит менеджер по закупкам, и его основная задача максимально сэкономить, получить минимальное по цене предложение. Но как только цена становится определяющим фактором при выборе техники, срабатывает правило: стоимость техники уже не важна, если отсутствуют факторы надежности и простоты. Покупается техника которая не держит лесных нагрузок, с низким ресурсом. По сути – машины – расходники, которые окупить крайне сложно. Убытки в разы превысят ту – экономию, которую вы получили при покупке более дешевой техники. И главная задача – заготовить как можно больше леса, – не выполняется.

Например, в компании «Сургутнефтегаз» основная задача применения здесь машин – прорубка лесных трасс под трубопроводы. Условия работы очень жесткие: слабые грунты, заболоченность, сильнейшие температурные перепады, большие переходы, тяжелые условия эксплуатации. Как происходит выбор техники? Специалисты компании разбирают критично все детали тех машин, которые им необходимы, сравнивают технические параметры и определяют, какие машины более надежны. Только первые лица компании лично проводят работу и принимают решения, руководствуясь техниче-

ской надежностью машин, поэтому и выбор был сделан в пользу машин, которые показали большую надежность, а это канадская техника. Хочу отметить, что за зимний период эксплуатации замена запчастей обслуживание машин были минимальными, не считая расходных материалов (шланги, фильтры, зубья). Потребовалось лишь две запчасти и один выезд механика сервисной службы. Сегодня в этой ответственной компании работает около 50 машин канадского производства.

Российские леса – это перестойные разновозрастные смешанные леса, а не европейская парковая зона, где неспешно работают колесными харвестерами. Это необходимо учитывать при выборе техники и технологии заготовки. Вызывает интерес канадский лесозаготовительный опыт в лесах, схожих с российскими, и канадская техника «Tigercat». Эта компания занимает особое место на мировом рынке как производитель особо прочных и надежных машин для работы в наиболее тяжелых условиях, в том числе при пониженных температурах. Это закономерно: производитель – из Канады; а страна находится в Северном полушарии, где резкие отрицательные температуры.

При выборе лесозаготовительной техники следует руководствоваться здравым смыслом. Есть вечные критерии в подходе к выбору любой техники. Они известны и просты.

- Машина должна быть прочной, надежной и безопасной.

Если этого нет, то все другие характеристики бесполезны и не имеют смысла. Потеря денег начинается уже в момент покупки, как бы «выгодно» вы ни покупали. Плюс постоянно нарастающие потери в запчастях и обслуживании.

- Техника должна быть простой в управлении и обучении.

Если техника сложна, то вы не сможете ее использовать с полной отдачей. Продавцы техники рассказывают о замечательных возможностях машин но сможет ли обычный оператор на практике реализовать все эти замечательные вещи? Количество ошибочных действий будет превышать количество правильных. Результатом станет брак, убыток. Возникает зависимость от кадров. А где их взять? Вместо приобретения инструмента для решения проблем вы приобретаете новую проблему.

- Простота ремонта и обслуживания.

Техника всегда нуждается в обслуживании и ремонте. У каждой вещи есть свой ресурс, и в природе не существует абсолютно одинаковых вещей, всегда имеются те или иные отклонения или отличия. Ремонт будет, рано или поздно, как плановый, так и внеплановый. Если ремонт и обслуживание сложны, это всегда приводит к увеличению временных и финансовых затрат. Поэтому так важно то, как быстро вы сами сможете произвести ремонт, поскольку именно простота ремонта и обслуживания делает вас наименее зависимыми от специалистов сервиса той техники, которой вы владеете.

- Эксплуатационные затраты, или как дорого вам обходится решение ваших задач.

Что самое важное в лесозаготовке? Это достичь минимальной стоимости кубометра древесины при максимальном объеме заготовки. Если эксплуатационные затраты больше, чем у другой техники, то это означает, что вы переплачиваете за результат работы машин каждый раз, когда их используете.

- Стоимость техники.

Если вы приобретаете лесозаготовительные машины и в этих машинах все вышеуказанные критерии отсутствуют или они хуже, то вы вместо приобретения инструмента для решения задач заготовки леса приобретаете проблемы довольно частых поломок и простоев. Только выбирая наиболее надежную и простую технику, вы сможете уменьшить финансовые и временные затраты, ведь в итоге мы заплатим за потерянное время. А в экономике время – самый ценный и невозпроизводимый ресурс.

Вот этими простыми критериями надо руководствоваться при выборе любой техники или оборудования.

Для российских лесов актуальна канадская техника «Tigercat». Эта компания занимает особое место на мировом рынке как производитель особо прочных, выносливых и надежных машин для работы в наиболее тяжелых условиях, в том числе при пониженных температурах (рис. 1).



Рис. 1. Лесозаготовительная техника «Tigercat»

Нужно с уважением относиться к лесозаготовительной технике других производителей, но именно канадская техника будет востребована в России все больше, так как условия заготовки Канады схожи с Россией, а не с европейскими (парковыми) лесами. В России, как и в Канаде, промышленная заготовка ведется в больших объемах и в тяжелых природно-производственных условиях лесосырьевых территорий. Условия эксплуатации техники, температурные режимы, снежный покров, преобладание заболоченных участков или глиняных грунтов – именно с учетом этих особенностей в конструкциях машин реализованы решения, обеспечивающие высокие показатели долговечности и простоты обслуживания. Поэтому даже в острой конкурентной среде есть вещи, о которых просто давно не спорят и все согласны: это действительно надежнее. Сила, мощь и надежность канадских машин очевидны. Посмотрите – и сравните сами. Сегодня в России работают уже сотни машин. Канадским «тиграм», как их называют русские заготовители, нет альтернативы по надежности и простоте.

Какие основные достоинства и преимущества у машин «Tigercat» в России?

– Это высокопрочный металл.

Единственной возможностью добиться высоких прочностных характеристик является использование высокопрочной стали. Конструкции и узлы, несущие наибольшее напряжение, делаются с запасом прочности и реально рассчитаны на заявленные температуры -40°C . Даже одного взгляда достаточно, чтобы увидеть: в машинах «Tigercat» не экономят на металле, а сами машины мощнее и крупнее всего того, что существует на мировом рынке техники для леса. Именно поэтому машины «Tigercat» называют «неубиваемыми».

– Это минимум электроники.

Все современные машины «набиты» электроникой, но канадцы и здесь нашли свой путь. Жизнь машины, ее силу и работоспособность определяют гидравлические системы. У электроники здесь другие задачи: она не управляет машиной, а лишь снимает показания, дает информацию о состоянии узлов, поэтому сбой электронных «мозгов» не приводит к остановке машины, как это происходит у других производителей

лесной техники, когда машины «набиты» электроникой и оператор не может обойтись без помощи специалиста. Российские владельцы «Tigercat» отмечают, что не боятся канадских машин, так как они просты и их можно разобрать и собрать в лесу и электроника не делает владельцев машин зависимыми от специалистов сервисной компании (рис. 2).



Рис. 2. Лесозаготовительная техника «Tigercat»

– Простота в управлении.

На валочно-пакетирующих машинах «Tigercat» работает уникальная запатентованная «система сохранения и перераспределения энергии», которая позволяет с помощью гидравлики управлять подходом насадки к дереву не двумя, как это делают все, а одним джойстиком. Просто и быстро. А в последних моделях трелевщиков осталась только одна педаль управления скоростью и кнопка-переключатель направления движения. Так еще проще и удобнее. Эта разноскоростная гидростатическая трансмиссия сделала трелевщики «Tigercat» самыми простыми, Надежными и производительными в мире.

– Высокая проходимость и всесезонность.

Гусеничное шасси машин «Tigercat» – это не экскаваторное шасси, как у других производителей. Одно дело, когда машина (экскаватор) работает на одном месте и копает землю, и совсем другое – когда машина движется по лесу, где не видно, какие препятствия под снегом. «Tigercat» разрабатывает машины исключительно для леса.

У машин «Tigercat» шасси приспособляется к неровностям почвы. Кроме «Tigercat», никто не выпускает трехосный трелевщик. Он выполняет работу за две машины на любой (!) местности. Канадские трелевщики любой модели – абсолютные лидеры по работоспособности, одна из вершин инженерного искусства. Ничего более совершенного в лесу нет!

– Экономические показатели.

То, ради чего приобретается техника: сколько заготовил – столько заработал. Канадский универсальный комплекс заготавливает леса в три-четыре раза больше чем харвестерный. Стоимость заготовленного кубометра леса существенно ниже, меньше запчастей, и наконец меньше операторов. Машины «Tigercat» являются максимально выгодным приобретением потому, что быстрее себя окупают. Эти преимущества дают канадским машинам право занимать 70 % мирового рынка валочно-пакетирующих машин и 65 % – трелевщиков.

Библиографические ссылки

1. Торохов Ю. А. Как правильно выбирать лесозаготовительную технику [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.canles.ru/news/detail.php?news=60&year=2014> (дата обращения: 20.04.2017).
2. Торохов Ю. А. Почему умные покупают надежное, а не дешевое // Лесной комплекс Сибири. 2014. № 2. С. 33–36.
3. Официальный сайт производителя лесозаготовительной техники «Tigercat». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tigercat.com/> (дата обращения: 20.04.2017).

© Кухар И. В., Шмарин Н. В., Карелина А. А., 2017

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОКАНАЛЬНОГО СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА С ОТКАЗОМ

Ш. З. Муминов, В. А. Лабзин

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Повышение эффективной работы одноканального сервисного центра (СЦ) с отказом при обслуживании заявки достигается изменения количества функционирующих каналов в зависимости от чистой прибыли за час работы.

Ключевые слова: сервис, одноканальный, простейший поток, заявки, обслуживание, каналы, чистая прибыль.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF A SINGLE-CHANNEL SERVICE CENTER WITH A FAILURE

Sh. Z. Muminov, V. A. Labzin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

An increase in the effective operation of a single-channel service center (SC) with a failure in the maintenance of applications is achieved by changing the number of functioning channels, depending on the net profit per hour of operation.

Keywords: service, single channel, Poisson stream, applications, services, channels, net profit.

Исследуется одноканальный сервисный центр (СЦ) с отказом, предназначенный для многократного выполнения однотипных задач по обслуживанию и восстановлению работоспособного состояния транспортных средств (ТС). На вход СЦ поступает простейший поток заявок, следующий один за другим в случайный момент времени. Отказ выполнения заявок связан с отсутствием площадки для формирования очереди. Обслуживание происходит с «хода» прибытия машины, отказ при занятом канале [1].

Одноканальный СЦ с отказом, например «Шиномонтаж», предлагает автомобилистам набор услуг, которые включают различные виды обслуживания, а также ремонт шин и колес. Каждое из обслуживаний выполняется на отдельном стенде – канале обслуживания одним оператором. При нагрузочных режимах СЦ, например, при сезонной замене шин, возникает необходимость увеличить количество обслуживающих каналов с одноканального на многоканальное. В этом случае оценка оптимального количества каналов должно учитывать сочетание принципа затрата–прибыль.

Цель работы: количественно определить показатели функционирования одноканального СЦ с отказом и его эффективность при изменении количества обслуживающих каналов.

Критерием эффективности СЦ принят показатель чистой прибыли за час работы СЦ.

Процесс функционирования СЦ описывается марковским процессом, схема которого изображена на рис. 1.

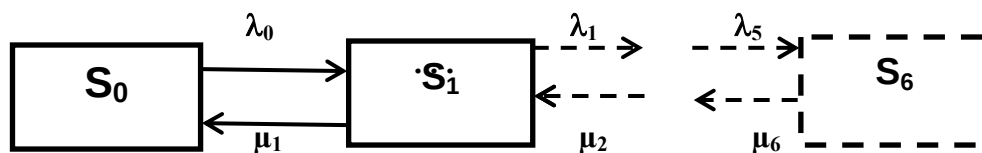


Рис. 1. Граф состояний одно-шестиканального СЦ с отказами

Обозначения на рисунке: $S_0 \dots S_6$ – состояние каналов системы; λ – интенсивность потока заявок; μ – интенсивность потока обслуживания.

На рисунке переходы между состояниями в СЦ происходят мгновенно под действием потока заявок и обозначены ориентированными дугами.

Интервал времени между двумя соседними поступлениями заявок распределен по экспоненциальному закону:

$$f(\Delta t) = (\lambda e^{-\lambda \Delta t}) \quad \text{при } t \geq 0. \quad (1)$$

Число поступающих заявок в СЦ на интервале времени Δt описывается законом Пуассона:

$$P(z) = \frac{(\lambda \Delta t)^z}{z!} e^{-\lambda \Delta t}, \quad \text{при } t \geq 0. \quad (2)$$

где $P(z)$ – вероятность того, что за время Δt в СЦ поступит ровно k заявок ($k = 0, 1, 2, \dots, n$); λ – интенсивность потока заявок; Δt – интервал времени, за который определяются вероятность $P(z)$.

Время обслуживания одной заявки (длительность обслуживания) распределено по экспоненциальному закону, для которого плотность вероятностей равна:

$$f(\Delta t) = (\mu e^{-\mu \Delta t}) \quad \text{при } t \geq 0. \quad (3)$$

Работа СЦ определяется по аналитическим зависимостям, которые характеризуют вероятностный характер появления событий.

Вероятность того, что канал свободен:

$$p_0(t) = \frac{1}{\lambda + \mu [\mu + \lambda e^{-(\lambda + \mu)t}]} \quad \text{при } t \geq 0. \quad (4)$$

Вероятность того, что поступившая заявка будет принята к обслуживанию:

$$p_{об}(t) = p_0(t) = \frac{1}{\lambda + \mu} [\mu + \lambda e^{-(\lambda + \mu)t}] \quad \text{при } t \geq 0. \quad (5)$$

Вероятность занятости канала:

$$p_1(t) = 1 - p_0(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu [1 - \lambda e^{-(\lambda + \mu)t}]} \quad \text{при } t \geq 0. \quad (6)$$

Абсолютная пропускная способность СМО (среднее число обслуживаемых заявок за единицы времени):

$$A(t) = \lambda p_0(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu[\mu + \lambda e^{-(\lambda + \mu)t}]} \text{ при } t \geq 0 \quad . (7)$$

Среднее время обслуживания заявки и простоя канала:

$$T_{обс} = 1/\mu, \quad \bar{T}_{пр} = 1/\lambda. \quad (8)$$

Чистая прибыль:

$$D(K) = DD \cdot A_j - d \cdot K_j, \quad (9)$$

где DD – производственные затраты + 20 % налога; d – стоимость обслуживания заявки за 1 час работы СЦ.

Среднее время пребывания заявки в системе:

$$T_{сис} = \frac{1}{\lambda + \mu} \left[1 + \frac{\lambda}{\mu} e^{-(\lambda + \mu)t} \right] \text{ при } t \geq 0. \quad (10)$$

По приведенным зависимостям была составлена программа на М-языке Matlab task_1_3. Листинг программы приведен ниже (фрагмент). На рис. 2 показаны изменения параметров СЦ при обслуживании и изменения чистой прибыли – коэффициента эффективности.

Listing task_1_3

Параметры эффективности СЦ СМО с отказом.

Случайный процесс протекающий в СМО находится в финальном (существенном, поглощающим, предельном) состоянии. На СЦ поступает простейший пуассоновский поток заявок.

Ввод исходных данных с клавиатуры

Введите количество действующих каналов в СЦ: n=1

Введите количество исследуемых каналов в СЦ: nn=6

Введите интенсивность поступающего (входящего) потока заявок: l=1.8 час-1

Введите среднюю продолжительность обслуживания заявки: M=0.83 час

Продолжительность рабочей смены СЦ: t=12 час

Производственные затраты + 20 % налога за 1 час обслуживания заявки каналом в СЦ:

DD2=3000 руб/час

Стоимость обслуживания заявки каналом за 1 час (доход СЦ) : d=3500 руб

РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Интенсивность (производительность) обслуживания СЦ m = 1.2048193 час-1

Показатель (коэффициент) нагрузки канала СЦ ro = 1.4940000

Канал k= 1

Вероятность того, что канал СЦ свободен po1=qot1 = 0.4009623

Вероятность отказа обслуживания заявки potk1 = 0.5990377

Вероятность занятости канала p1 = 0.5990377

Среднее время простоя канала Tпр = 0.5555556

Абсолютная пропускная способность системы

за час работы $A1 = 0.7217322$ заявок/час

Абсолютная пропускная способность системы

за $t = 12.00$ час работы СЦ $Q_{abc} = 8.6607859$ заявок/час

Максимально-возможная пропускная способность системы

за $t = 12.00$ часов СЦ $Q1_{max} = 14.4578313$ заявок/час

Чистая прибыль СЦ за час обслуживания заявки $D1 = 2226.0625501$ руб./час

Среднее время пребывания заявки в системе $T_{сис} = 0.3327987$ час

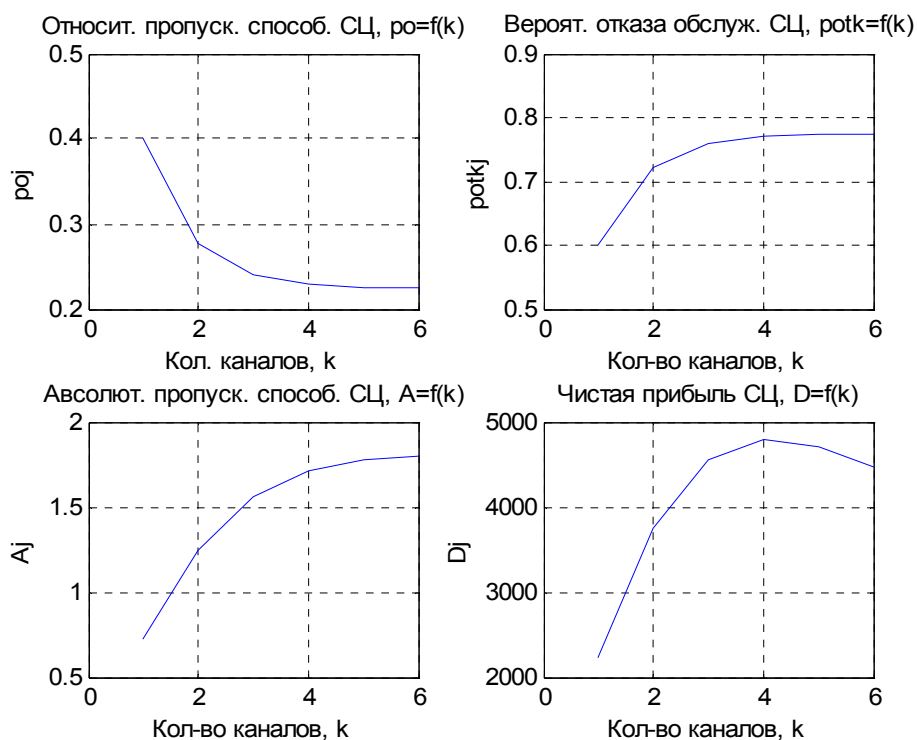


Рис. 2. Качественные показатели и показатель эффективности работы СЦ

Выводы по работе. Количественные показатели и графические зависимости работы СЦ в одноканальном и многоканальном режимах показывают обоснованность выбора показателя эффективности – значение чистой прибыли. Его изменения от числа работающих каналов позволяет выбрать оптимальное значение между чистой прибыли и числом каналов. Для рассмотренного примера есть основание увеличить число обслуживающих каналов до 4. Окончательное решение принимает исследователь, учитывая неучтенные факторы и дополнительную информацию.

Библиографические ссылки

1. Венцель Е. С., Овчаров Л. А. Задачи и упражнения по теории вероятностей : учеб. пособие для студ. вузов. 5-е изд., испр. М. : Академия, 2003. 448 с.
2. Лабскер Л. Г., Бабешко Л. О. Теория массового обслуживания в экономической сфере : учеб. пособие для вузов. М. : Банки и биржи ; ЮНИТИ, 1998. 319 с.
3. Надежность машин : практикум / И. В. Голубев [и др.] / СибГТУ. Красноярск, 2016. 99 с.
4. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности : практикум. СПб. : БХВ-Петербург, 2006. 560 с.

© Муминов Ш. З., Лабзин В. А., 2017

НАЗНАЧЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЛЕСНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

С. Н. Мартыновская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Представлены основные группы нанопокровтий, методы газотермического напыления и их характеристики.

Ключевые слова: наноматериалы, нанопокровтия, наноструктурные покровтия, нанокомпозитные покровтия, нанослойные покровтия, методы нанесения нанопокровтий, методы газотермического напыления.

PURPOSE OF NANOMATERIALS IN FOREST MECHANICAL ENGINEERING

S. N. Martynovskaya

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The main groups of nanocoverings, methods of a gas-thermal dusting and their characteristic are presented.

Keywords: nanomaterials, nanocoverings, nanostructural coverings, nanocomposite coverings, nanolayer coverings, methods of drawing nanocoverings, methods of a gas-thermal dusting.

В настоящее время наноматериалы используют для изготовления защитных и светопоглощающих покрытий, спортивного оборудования, транзисторов, светоиспускающих диодов, топливных элементов, лекарств и медицинской аппаратуры, материалов для упаковки продуктов питания, косметики и одежды. Нанопримеси на основе оксида церия уже сейчас добавляют в дизельное топливо, что позволяет на 4–5 % повысить КПД двигателя и снизить степень загрязнения выхлопных газов [3].

Нанопокровтие – новый этап в развитии функциональных покровтий. Оно наносится методом газотермического напыления. Использование нанопокровтий позволяет значительно снизить коэффициент трения при сохранении износостойкости, повысить вязкость покровтий при сохранении антикоррозионных свойств и увеличения температуры эксплуатации на 50 °С. Все это особо актуально в области машиностроения. В процессе создания нанопокровтия мы не стали снижать толщину покровтия, ведь большинство машиностроительных задач решается при соответствующей величине в десятки и сотни микрон.

В таблице представлены основные коммерчески значимые методы газотермического напыления и их характеристики.

Анализируя существующие нанопокровтия, можно выделить три основные группы.

1. Наноструктурные покровтия [2], в отличие от традиционных, совмещают в себе повышенную микротвердость и достаточную пластичность. Поведение нанокристалли-

ческих материалов с размерами зерен 10 нм и менее определяется главным образом процессами в пограничных областях и это обстоятельство существенно изменяет характер взаимодействия между соседними зернами, например, тормозит генерацию дислокаций, препятствует распространению трещин из-за упрочнения границ зерен (рис. 1). [2] При этих условиях дислокации в нанозернах отсутствуют (рис. 1, а).

2. Наноккомпозитные покрытия состоят из основной нанокристаллической твердой фазы, на границах зёрен которой располагается тонкий слой второй нанокристаллической или наноаморфной фазы. Такие покрытия обладают сверхвысокой твёрдостью, большими коэффициентами упругого возврата, высокой термостойкостью (рис. 1, б). [2] Ультрадисперсные материалы с увеличенной площадью межзеренных границ имеют более сбалансированное соотношение между твердостью, оказывающей определяющее положительное влияние на износостойкость и прочностными характеристиками материала, в том числе и в условиях действия циклических термомеханических напряжений.

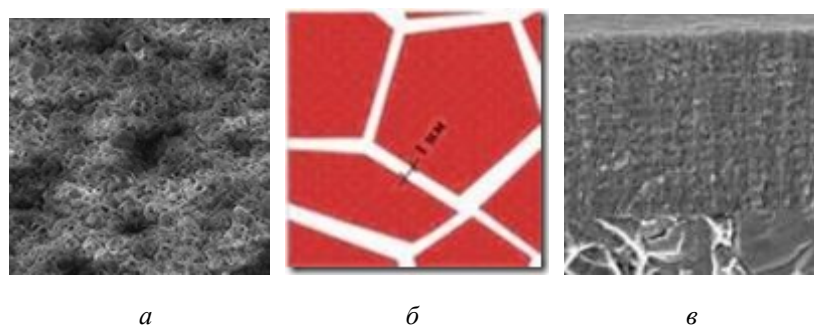


Рис. 1. Типы нанопокровтий:
а – наноструктурное; б – нанокомпозитное; в – нанослойное [2]

Основные методы газотермического напыления и их характеристики

Методы напыления	Применяемые материалы	Источник образования тепла (рабочие газы)	Адгезия, МПа	Пористость, %
Газопламенное напыление	Порошки и проволоки, шнуровые и стержневые материалы	Горение газообразных углеводородов в среде кислорода или воздуха (продукты сгорания)	20...50	3...15
Плазменное напыление	Порошки и проволоки	Прямая или косвенная электрическая дуга (ионизированный газ)	30...60	0, 5...10
Высокоскоростные методы напыления (HVOF, HVAF, Детонация, Cold Spray)	Порошки	Горение углеводородов (в том числе жидких) или водорода в среде кислорода или воздуха (продукты сгорания)	45...80 и более	0, 1...2
Высокоскоростные методы напыления наноструктурированных покрытий	Порошки, коллоидные растворы, истинные растворы	Горение углеводородов (в том числе жидких) кислорода или воздуха (продукты сгорания)	60...100 и более	<0,1 несквозная

Примечание. Значения даны для стандартных процессов, когда при напылении не преследуется цель получения покрытия со специальными свойствами.

3. Нанослойные покрытия обладают повышенной трещиностойкостью. Нанослойные покрытия обладают различными внутренними напряжениями (модулями упругости) и близкими по величине коэффициентами термического расширения. Толщина отдельных слоёв должна быть настолько мала, чтобы внутри них не появлялся источник дислокаций, а дислокации, которые под действием напряжений двигались бы к границе раздела из более мягкого слоя, отталкивались бы силами, создающимися упругими напряжениями в более твёрдом слое. Общее количество слоев покрытия выбирается в зависимости от решаемых технологических задач и в ряде случаев может достигать двухсот (рис. 1, в). [2]

Таким образом, создание покрытий для режущего инструмента нового поколения наиболее эффективно осуществлять при использовании инновационной концепции многослойно-композиционных архитектуры с нанометрической структурой и чередующимися слоями наноразмерной толщины различного композиционного состава и функционального назначения (рис. 2). [1]

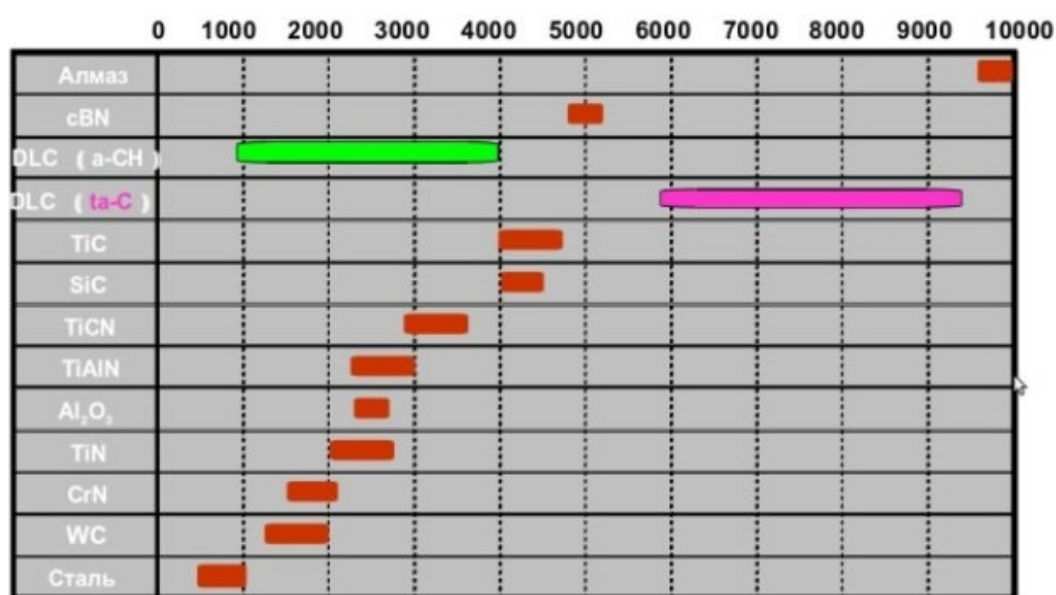


Рис. 2. Твердость покрытий по HV [1]

Титановые покрытия значительно повышают поверхностную твердость основы даже при очень высоких температурах, в результате износостойкость инструмента многократно увеличивается. За счет снижения трения между инструментом и объектом обработки, зачастую отпадает необходимость применять охлаждение, а скорость работы возрастает от 10 до 50 %. [1] Обыкновенно, их используют для обработки твердосплавных инструментов, например, сверл и разнообразного режущего оборудования. Покрытие нитрид титан-алюминия (TiAlN) позволяет сохранять твердость 2800 HV даже при температуре 7500, применяется для работы по материалам сложным для обработки. Нитрид титана (TiN) остается твердым при 5400, его используют для модификации хирургических инструментов и оборудования пищевой промышленности. Очень твердое покрытие карбонитрид титана 4000 HV (TiCN) применяется для работы по чугуны, кремнистому алюминию, абразивным материалам.

Уже запатентованы новые способы и ресурсосберегающие нанотехнологии, в том числе повышения долговечности на этапе эксплуатации, упрочнения твердых сплавов, нержавеющей, конструкционных и инструментальных марок стали, кузнечной сварки многослойных композиций и производства цельнокованого нержавеющей дамаска,

квазиаморфного модифицирования карбидами и оксидами кремния. При этом ресурс изделий различного назначения, изготовленных по новой методологии для отраслей машиностроения значительно возрастает.

Библиографические ссылки

1. Бойко В. М., Физулаков Р. А. Увеличение эксплуатационных свойств инструмента при использовании поверхностно-активных веществ. 2006. 129 с.
2. Добровольский Л. О., Вохидов А. С. Станочный парк, нанология сегодня и завтра. СПб, 2009. № 5 (61). 2009. С. 38–42.
3. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., 2005. С. 51–55; 78–91.

© Мартыновская С. Н., 2017

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИЕ

И. И. Букельманов, С. Н. Мартыновская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Представлены некоторые композиционные конструкционные материалы и их применение в машиностроении.

Ключевые слова: конструкционные материалы, композиционные материалы, углепластики, стеклопластики, металлопластики.

USE OF COMPOSITE CONSTRUCTIONAL MATERIALS IN MECHANICAL ENGINEERING

I. I. Bukelmanov, S. N. Martynovskaya

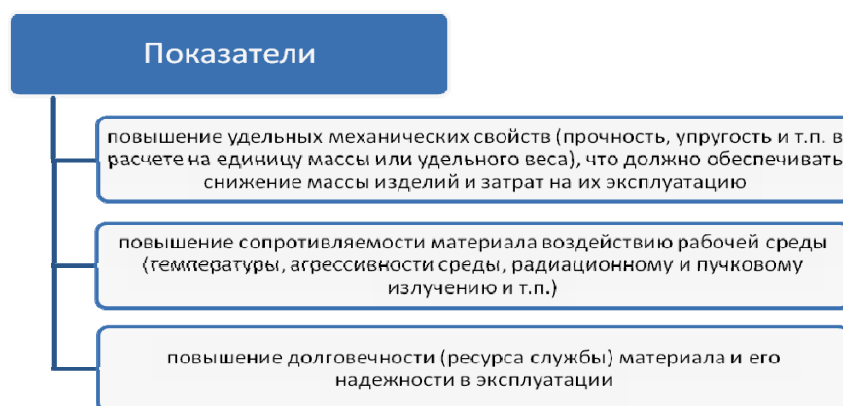
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Some composite constructional materials and their application in mechanical engineering are presented.

Keywords: constructional materials, composite materials, coal plastics, fibreglasses, metalplasticity.

Развитие машиностроения неразрывно связано с производством новых материалов. Появление новых конструкционных материалов и разработка технологий их получения являются объективной необходимостью технического и социального развития общества.

Возрастание требований потребителей к свойствам конструкционных материалов можно свести к следующим показателям, представленным на рисунке.



Показатели требований к свойствам конструкционных материалов

Для достижения вышеуказанных целей разрабатываются новые виды металлических и неметаллических материалов.

Особое внимание уделяется легким цветным металлам и сплавам на их основе; материалам, имеющим мелкодисперсную и ультрамелкодисперсную структуру, монокристаллическим, аморфным и порошковым материалам.

Такие структуры обеспечивают прочностные характеристики иногда на порядок превышающие традиционные значения прочности и придают материалам особые технологические, физические и эксплуатационные свойства.

Материалы с такими структурами служат основой для создания различного рода композиционных материалов, деталей, полученных методами порошковой металлургии, и других деталей, обладающих специальными свойствами.

Композитный материал (КМ), композит – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей раздела между ними. В большинстве композитов (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу (или связующее) и включённые в неё армирующие элементы (или наполнители). В композитах конструкционного назначения армирующие элементы обычно обеспечивают необходимые механические характеристики материала (прочность, жёсткость и т. д.), а матрица обеспечивает совместную работу армирующих элементов и защиту их от механических повреждений и агрессивной химической среды [3]. Некоторые из композиционных материалов представлены в таблице.

Композиционные материалы и их применение

Композиционные конструкционные материалы (обладают свойствами как металлических, так и неметаллических материалов)			
Виды композиционных материалов	стеклопластики, стекловолокно	углепластики	металлопластики, металлокерамика
Применение композиционных материалов	производство строительных материалов, судостроение, спортинвентарь и др.	производство высокотемпературных узлов ракетных двигателей и сверхзвуковых самолётов	производство деталей сопла ракет, атомных реакторов, строительных материалов и др.

Области применения композиционных материалов не ограничены. Они применяются в авиации для высоконагруженных деталей (обшивки, лонжеронов, нервюр, панелей, лопаток компрессора и турбины и т. д.), в космической технике для узлов силовых конструкций аппаратов, для элементов жесткости, панелей, в автомобилестроении для облегчения кузовов, рессор, рам, панелей кузовов, бамперов и т. д., в горной промышленности (буровой инструмент, детали комбайнов и т. д.), в гражданском строительстве (пролеты мостов, элементы сборных конструкций высотных сооружений и т. д.) и в других областях народного хозяйства.

В машиностроении композиционные материалы широко применяются для создания защитных покрытий на поверхностях трения, а также для изготовления различных деталей двигателей внутреннего сгорания (поршни, шатуны).

Традиционно применяемые металлические и неметаллические материалы в значительной мере достигли своего предела конструктивной прочности [2]. Вместе с тем развитие современной техники требует создания материалов, надежно работающих в сложной комбинации силовых и температурных полей, при воздействии агрессивных сред, излучений, глубокого вакуума и высоких давлений. Зачастую требования, предъявляемые к материалам, могут носить противоречивый характер. Удовлетворить эти требования можно путем использования композиционных материалов.

Библиографические ссылки

1. Мартыновская С. Н., Букельманов И. И. Свойства металлов и сплавов, их влияние на эксплуатацию // Экологическое образование и природопользование в инновационном развитии региона / СибГТУ. Красноярск, 2015. С. 64–66.
2. Рогов В. А., Соловьев В. В., Копылов В. В. Новые материалы в машиностроении : учеб. пособие. М. : РУДН, 2008. 324 с.
3. Травин О. В., Травина Н. Т. Материаловедение. М. : Металлургия, 1989. 384 с.

© Букельманов И. И., Мартыновская С. Н., 2017

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИМЕТАЛЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

А. Р. Шакуро, С. Н. Мартыновская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Приведены краткие сведения о биметаллах, их применение в промышленности, для режущего инструмента.

Ключевые слова: слоистая металлическая композиция, биметаллические композиции, биметалл.

THE PROSPECTS OF USE OF BIMETALS IN MECHANICAL ENGINEERING

R. Shakuro, S. N. Martynovskaya

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Short data on bimetals, their application are provided in the industry, for the cutting tool.

Keywords: layered metal composition, bimetallic compositions, bimetal.

При создании новых материалов важная роль принадлежит слоистым металлическим композициям, которые объединяют в себе полезные свойства составляющих и обладают новыми качествами. Основную часть слоистых композиций составляют биметаллы.

Биметаллы применяются во многих отраслях промышленности: коррозионно-стойкий биметалл используется для изготовления корпусов нефтехимического и атомно-энергетического оборудования; антифрикционные биметаллы – при изготовлении подшипников скольжения; биметаллы с особыми свойствами – при изготовлении узлов ракетно-космической техники [3].

Биметалл – композиционный материал, состоящий из двух или более различных металлических слоев металлов или их сплавов (рис. 1).

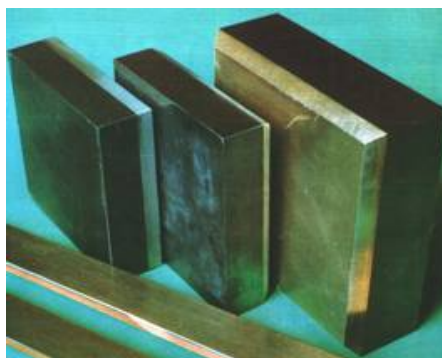


Рис. 1. Биметаллы

Главным требованием, предъявляемым к биметаллам, является обеспечение прочности и пластичности соединения, его сплошности и стабильности свойств по всей поверхности контакта [1].

При получении биметаллических материалов между соединяемыми разнородными металлами протекают сложные физико-химические процессы, приводящие к образованию переходной зоны. Состав, состояние и протяженность переходной зоны оказывают решающее влияние на свойства биметалла. Однако процесс соединения разнородных металлов изучен недостаточно.

Применение в химическом машиностроении, сельскохозяйственном машиностроении и других отраслях техники – эффективный способ не только экономии дорогих материалов, но и повышения долговечности отдельных деталей (рис. 2) [2].



Рис. 2. Конфузор из биметалла

Применение биметалла для почвообрабатывающих машин должно в ближайшем будущем значительно расшириться ввиду огромных преимуществ биметаллических самозатачивающихся режущих элементов в сравнении с однослойными, нуждающимися в заточке. С плакирующим слоем из этих сталей особенно эффективно, так как он заменяет не однородную хромистую сталь, а более дорогие хромоникелевые стали, или двухслойные листы с плакирующим слоем из хромоникелевых сталей.

Биметаллические композиции также используются для изготовления элементов с упрочненной рабочей поверхностью. Это относится к режущему инструменту (рис. 3).



Рис. 3. Режущий инструмент

Применение биметаллов для изготовления пильных полотен, пил и оправок ознаменовали собой значительный прорыв в современной технологии и превратили все семейство пил и пильных полотен в мировой стандарт для сравнения стойкости и эффективности такого инструмента. В результате отмечается высокая режущая эффективность. Таким образом, лучшим становится выбор, где необходимы экономия, безопасность и эффективность резания.

Биметаллические пильные полотна объединены одним высокотехнологическим методом в производстве материалов, который эффективно соединил и использовал наилучшие характеристики прочной пружинной стали и стойкой быстрорежущей стали. Оба материала соединяются в биметаллическую полосу методом электроннолучевой сварки, после чего зубья формируются на стороне быстрорежущей стали и образуют прекрасное совмещение с гибкой и практически не ломаемой основой из пружинной углеродистой стали. Такая технология придает полотнам оптимальные режущие характеристики, долговечность и удивительную режущую способность.

Применение биметаллов позволяет достигнуть значительной экономии дефицитных металлов и сплавов и в то же время обеспечить требуемые свойства.

Библиографические ссылки

1 Получение биметаллов с особыми свойствами [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.inmetal.ru> (дата обращения: 23.04.2017).

2 Бипром – химическая промышленность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://analogi.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

3 Лысак В. И., Кузьмин С. В. Сварка взрывом. М. : Машиностроение – 1, 2005. 543 с.

© Шакуро А. Р., Мартыновская С. Н., 2017

ПАЛАТКА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Д. А. Москалёв, В. Н. Коршун

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Предлагается использование утепленной палатки для зимнего обслуживания трелевочного трактора в условиях лесосеки.

Ключевые слова: утеплённая палатка, трелевочный трактор, техническое обслуживание.

TENT FOR MAINTENANCE OF FOREST SKIDDER

D. A. Moskalov, V. N. Korshun

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Application of warmed tent for winter maintenance of skidding tractor in the conditions of the forest logging area is proposed.

Keywords: warm tent, forest skidder, winter maintenance.

В настоящее время у лесозаготовителей, как правило, отсутствуют специальные мастерские по обслуживанию и ремонту трелевочных тракторов в зимнее время. В условиях морозного климата работы по обслуживанию выполняются не качественно, либо – вообще не производятся. Строить капитальные строения при ограниченных объемах заготавливаемой древесины не выгодно. Решением является применение утепленной палатки.

В Красноярском крае палатки выпускает компания ООО «СибЛесИнструмент». Технические данные:

Тип – каркасная разборная с наметом

Габаритные размеры, м: длина 12; ширина 10; высота: по коньку 4,6; по боковой стенке 3. Размеры въезда, м 3,5×3,2 и 8,4×3,2. Размеры входной двери, ш/в, м 1,4×2,3 и 1,0×1,9.

Отопление: от подогревателя воздуха, не входящего в комплект палатки.

Цена палатки в городе Красноярске 160 тыс. руб.

Палатка оборудуется для эксплуатации в зимнее время в условиях лесосеки и снабжается необходимым оборудованием для ремонта машин в полевых условиях. Поскольку при текущем ремонте лесозаготовительных машин большая часть приходится на сварочные работы, то палатка обеспечивается сварочным оборудованием и вытяжкой. Результаты приведены на рис. 1. Размеры палатки изготавливаются для обслуживания двух трелевочных трактора ТТ-4М одновременно.

Для освещения палатки применяются энергосберегающие люминесцентные лампы со встроенным пускателем на 36 вольт (такое напряжение допустимо в необорудованных помещениях) лампы КЛЛ. Техническая характеристика ламп КЛЛ SP – 12, 36 В: цоколь – E27; потребляемая мощность – 12 Вт; световой поток – 720 лм; цветовая тем-

пература (К) – 3000, 4200, 6500; длина с цоколем – 116 мм; диаметр – 48 мм. Лампы идут во влагозащитном светильнике ЛЛ 2×12 Вт. По 2 шт. в каждом светильнике.

Норму освещенности берём по «Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95» – для ремонтных мастерских 75 лк (средняя горизонтальная освещенность).

Из дополнительного оборудования устанавливаются: вытяжка для выхлопных газов работающих двигателей; обогреватель автономный; вентилятор; генератор электрической энергии. Для защиты помещения палатки от холодного воздуха устанавливаются пологи (рис. 2).

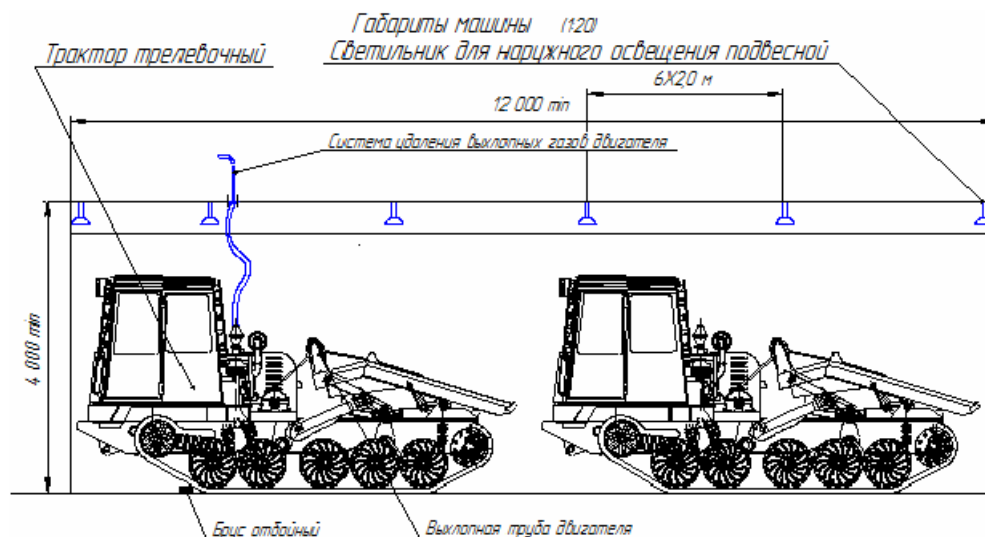


Рис. 1. Оборудование палатки для обслуживания трактора

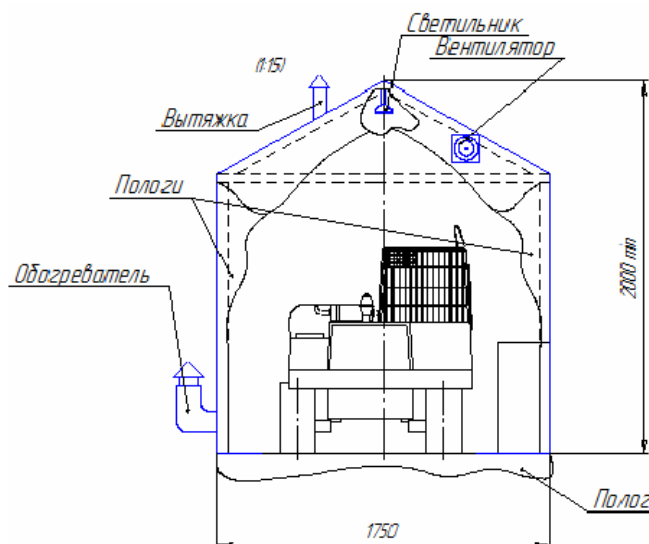


Рис. 2. Оборудование палатки для работы в зимних условиях

Палатка может служить для размещения людей в полевых условиях при возникновении чрезвычайных ситуаций, организации полевых пунктов приема пищи, санитарно-технических пунктов, проживания групп рабочих или обслуживающего персонала. Палатки применяются во всех погодных условиях и любых климатических зонах, при температуре окружающей среды в диапазоне от –50 до +50 °С.

© Москалёв Д. А., Коршун В. Н., 2017

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ И КОМПОНОВКИ ТРАКТОРНОГО ЛЕСОПОЖАРНОГО ГРУНТОМЕТА

С. Н. Орловский

Красноярский государственный аграрный университет
Российская Федерация, г. Красноярск

Проводится исследование влияния конструкции грунтомета и компоновки лесопожарного агрегата на эффективность тушения. Исследования проводились в натуральных условиях на базе трелёвочного трактора ТТ-4. На основании полученных результатов возможно обосновать конструкцию агрегата с грунтометом и получить возможность управления полётом струи грунта во время работы агрегата.

Ключевые слова: грунтометы, технологии, тушение, компоновка, конструкция.

SUBSTANTIATION OF A TECHNOLOGY OF USAGE AND ASSEMBLING OF TRACTOR-DRIVEN FOREST FIRE SUPPRESSION GROUND THROWER

S. N. Orlovsky

Krasnoyarsk State Agrarian University
Krasnoyarsk, Russian Federation

The reported research was aimed at ground-thrower construction and assembling scheme influence on fire extinguishing efficiency. The research program included an Experiments were conducted in natural conditions, the base of TT-4 trail tractor. All this make possible enhancement of throwing and offer a possibility to manage coverage distance and direction of ground stream during machine operation.

Keywords: ground throwers, technology of firefighting, assembling, construction.

Для тушения кромки лесного пожара грунтом и прокладки минерализованных заградительных барьеров используются тракторные грунтометы и полосопрокладыватели. Целью исследований является выбор направления метания грунта для эффективного тушения кромки лесного пожара, обоснование компоновки тракторного грунтомета, теоретический анализ резания и метания лесных почв его активным рабочим органом. При этом необходимо получить математические зависимости определения удельных затрат энергии по элементам технологического процесса, позволяющие решить задачу оптимизации параметров рабочих органов, а также режимов их работы по критерию минимума энергоёмкости.

Экспериментальные исследования выполнены на созданном с участием автора лесопожарном грунтометающем агрегате на базе трактора ТТ-4 [1]. Существующая технология активного тушения кромки пожара и разработанные под неё орудия имеют существенный недостаток, заключающийся в том, что метание грунта на кромку лесного пожара предусматривается перпендикулярно к траектории движения агрегата. Ширина кромки пожара составляет всего 3–7 процентов от ширины засыпанной грунтом полосы. Уменьшение ширины забросанной грунтом полосы возможно лишь тогда,

когда борозда будет прокладываться рядом с потушенной кромкой. Для этого направление метания необходимо изменить с перпендикулярного кромке пожара на продольное, под острым углом к ней (рис. 1, а, б).

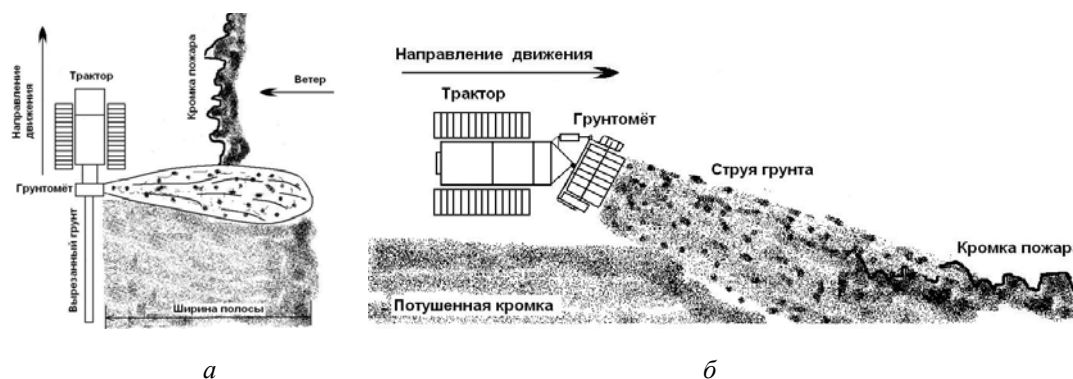


Рис. 1. Тушение фронтальной кромки лесного пожара грунтометом:
а – метание, перпендикулярное кромке; б – метание под острым углом

Транспортировка грунта в виде пластов дернины позволяет значительно увеличить дальность метания и огнетушащее действие грунта. При фронтальной схеме работы агрегата эффективность тушения возрастает. Двигаясь рядом с потушенной кромкой, тракторист и оператор могут визуально наблюдать за эффективностью действия струи грунта и направлять её на кромку пожара. При тушении агрегат находится вне влияния действующей кромки пожара с любой интенсивностью горения.

Управление струей предполагает возможность вести прицельную подачу грунта в любую точку кромки пожара. Рассматриваемая конструкция роторного метателя с вращающимся направляющим кожухом даёт возможность: – снизить энергоёмкость процесса; – увеличить дальность метания; – получить возможность управления дальностью и направлением струи грунта во время работы (рис. 2, а, б) [2].

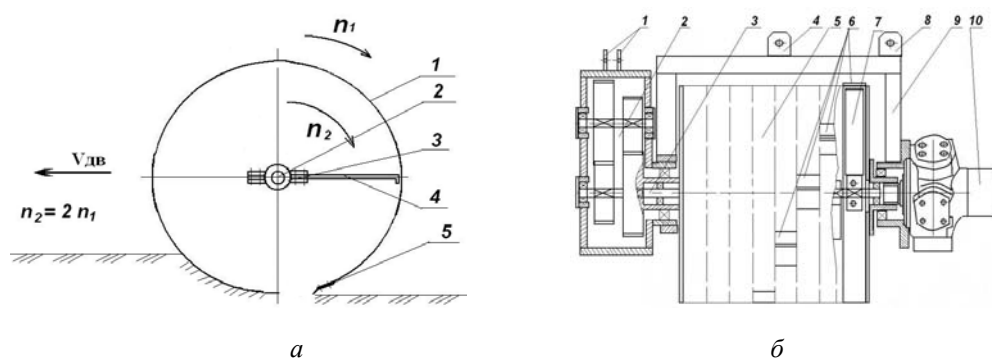


Рис. 2. Схема грунтомета и механизма управления дальностью метания:
а: 1 – кронштейн крепления гидроцилиндра поворота редуктора; 2 – редуктор привода метателей; 3 – вал метателей; 4 – кронштейн навески; 5 – ротор; б: 1 – ротор фрезы (вращающийся кожух); 2 – вал метателей; 3 – ступица; 4 – лопасть метателя; 5 – нож

При повороте редуктора 2 относительно рамы 9 происходит поворот кожуха 5 и лопастей метателя 7, что приводит к изменению момента выброса грунта. Частота вращения вала 2 метателей в два раза превышает частоту вращения вращающегося кожуха 1. При навеске орудия на трактор последний должен быть оборудован системой гидравлического отбора мощности [2].

Изменение угла выброса происходит в вертикальной плоскости вдоль оси машины. При испытаниях производительность по метанию грунта составила $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ [3].

Особенность грунтомета рассматриваемой конструкции заключается в отделении процесса резания грунта от его метания. Вращающийся кожух своими ножами разрабатывает грунт, захватывает его внутрь и лопастями метателя переносит в точку выброса, при этом сообщая ему дополнительную скорость. Процесс забора и выброса грунта повторяется два раза за один оборот рабочего органа. Резание грунта производится на обоснованно низкой скорости, что обеспечивает снижение энергоёмкости технологического процесса.

При испытаниях макетного образца орудия затраты мощности определялись по результатам замеров давления в гидросистеме привода рабочего органа и составляли 52–57 кВт. Расчётная энергоёмкость технологического процесса тушения составила $0,095 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$. Для сравнения – энергоёмкость грунтомета АЛФ-10 составляет $0,82 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ при производительности $175 \text{ м}^3/\text{ч}$ [1]. Дальность отбрасывания грунта по горизонтали при ограничении по высоте траектории 2,5–3 м (высота крон, мешающих полёту струи грунта) составляет 29 м.

Выводы. Снижение скорости резания обеспечивает снижение затрат мощности на выполнение работ, рациональная скорость резания $5\text{--}6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Предложенная методика определения энергоёмкости резания и метания лесных почв даёт возможность выбирать режимы резания, что позволяет достичь минимальных значений энергоёмкости создаваемых орудий на стадии проектирования.

Библиографические ссылки

1. Стахеев Ю. И., Орловский С. Н. Оборудование трактора ТТ-4 для лесохозяйственных работ // Лесное хозяйство. 1976. № 9. С. 61–63.
2. Орловский С. Н. Определение энергетических и динамических параметров тракторов, режимов резания активных рабочих органов машинно-тракторных агрегатов : монография ; КрасГАУ. Красноярск, 2011. 376 с.
3. Карнаухов А. И. Лесопожарные агрегаты с торцовой фрезой. Концепция энергосбережения : монография ; СибГТУ. Красноярск, 2011. 220 с.

© Орловский С. Н., 2017

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ЛИКВИДАЦИИ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

А. Э. Поддубский, В. Н. Холопов, Е. И. Максимов, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Обосновывается актуальность разработки оборудования для предупреждения и локализации торфяных пожаров. Уделяется внимание проблеме возникновения торфяных пожаров, отсутствию современных методов и подходов решения данной проблемы.

Ключевые слова: машины, лес, промышленность, пожары, торф.

ARTICULATED CARS AND THEIR CONSTRUCTIVE SOLUTIONS

A. E. Poddubskii, V. V. Holopov, E. I. Maksimov, I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In this article, the relevance of the development of equipment for the prevention and containment of peat fires is justified. Attention is paid to the problem of peat fires, the lack of modern methods and approaches to solving this problem.

Keywords: machines, forest, industry, fires, peat.

Торфяные пожары – особый вид пожаров на природных территориях, при котором горит слой торфа.

Торф – горючее полезное ископаемое. Это продукт разложения остатков растений в условиях сильной влажности и недостатка воздуха. Химические процессы в этом органическом материале дают начало таким явлениям как торфяные пожары.

Торфяные пожары выделяют во много раз больше дыма в пересчете на единицу площади действующего пожара, чем другие виды пожаров. С учетом того, что торфяной пожар может действовать и активно дымить месяцами, количество выделяемого им дыма может в сотни и даже тысячи раз превышать количество дыма, выделяемого лесным пожаром сравнимой площади [1].

Период возникновения пожаров приходится, как правило, на лето, когда почва уже достаточно накопила органических остатков, и тепло проникло вглубь торфяного слоя.

Торф медленно прогорает на всю глубину залегания, которая может достигать 1,5–2 метров. Выгоревшие места опасны проваливанием в них участков дороги, домов, машин или людей. В них длительное время после выгорания сохраняется высокая температура, поэтому провалившийся в районе торфяного пожара человек обречён.

В процессе торфяного горения различают: простое тление без воспламенения или горение с поступлением масс углекислого газа. В любом случае едкий дым отрицатель-

но сказывается на здоровье людей. Подземные пожары отличаются тем, что их сложно обнаружить. Лишь по небольшому выделению дыма из почвы можно догадаться о том, что под землей тлеет торф. Такие продолжительные процессы могут снова и снова перерастать в низовые пожары.

Площадь горения может составить до десятков тысяч квадратных километров и все это под землей, образуя небольшие очаги на поверхности.

Торфяные пожары распространяются со скоростью 5–6 метров в сутки, отличаются устойчивым горением и выделением едкого дыма.

Выделяются две разновидности торфяных пожаров: одноочаговые и многоочаговые. Первый вид возникает из костров или удара молнии в одном конкретном месте. Многоочаговые образуются из нескольких точек подземного горения органических веществ.

Прежде чем перейти к ликвидации одноочагового подземного пожара, необходимо его локализовать. Надо окопать горящий торф, отделить его от края получившейся воронки, а затем залить горящий торф специальным химическим раствором для тушения или водой из ближайшего водоема посредством бензиновых гидронасосов и пожарных рукавов. Работа может осложниться особенностью местности, например, корнями кустарников и деревьев.

Многоочаговые торфяные пожары возникают на обширных площадях, и тушить их нужно одновременно на всей территории. Локализация проводится при помощи канавокопателей с поливом водой из наземных или подземных источников [2].

Ликвидировать возгорание торфа сложнее, чем его предотвратить, именно по этому сотрудники МЧС в период пожароопасной обстановки в лесах и приграничных местностях ведут соответствующие профилактические меры и рекомендуют всем людям придерживаться определенных правил.

Согласно Правилам пожарной безопасности в лесах Российской Федерации, которые были утверждены постановлением Совета Министров – Правительства РФ от 09 сентября 1993 г. № 886 на торфопредприятиях требуется установить противопожарный разрыв шириной 75–100 метров с водоподводящим каналом по внутреннему краю разрыва, с устранением растительности на полосе шириной 6 метров [3].

Обводнение ранее осушенных торфяников способно предотвратить их дальнейшее возгорание. Государственный Гидрологический Институт предлагает ликвидировать ранее выкопанные дренажные каналы и мелиоративную сеть [5]. Московский Государственный Университет считает, что требуется перенять западный опыт по двустороннему регулированию водного режима (в зависимости от наличия засухи или обилия влаги пропускать нужное количество воды, чтобы избежать высыхания или затопления земель). По данным МГУ, в Голландии таким образом регулируется влажность 80 % торфяных земель, а в Финляндии – 100 % [4].

Проще всего потушить очаг тления торфа на самой ранней стадии, когда он только начинает заглубляться в осушенный торфяник.

При дефиците воды совсем маленький очаг тления торфа можно просто выкопать целиком (горящий торф с прилегающими к нему слоями холодного торфа), сложить в жестяные ведра, корыта или тому подобные емкости, и перенести к ближайшему водоему, где вывалить в воду, и перемешать при необходимости до образования однородной холодной массы. При отсутствии водоема можно отнести горящий материал к участку с негорючим грунтом (песком, глиной) и перемешать лопатой до прекращения горения и полного охлаждения.

Если торфяник неглубокий, то выкапывать следует весь торф до подстилающего негорючего грунта, и весь торф, примыкающий к очагу (еще не горящий) на 20 см вокруг. Если торфяник глубокий и до подстилающего грунта больше, чем можно

выкопать, то извлекается весь горящий торф и еще 10–15 см негорящего (холодного) торфа.

При наличии воды рядом в достаточном количестве нужно подавать воду в очаг (мотопомпой) и перемешивать лопатой до образования в очаге однородной холодной массы. При этом необходимо срезать лопатой примыкающие к очагу участки негорящего торфа и также перемешать с водой.

Воду следует подавать компактной струей, размывая и перемешивая горящий торф. Желательно при этом дополнительно перемешивать полученную массу лопатами, разбивая комки и спекшиеся твердые участки. При таком способе подачи воды в среднем расход составляет около 1 тонны на кубический метр горящего материала. При наличии тяжелой гусеничной техники можно использовать ее для тушения торфяника на ранней стадии. Тушение производится перемешиванием горящего торфа с влажным не горящим. Желательно также перемешивание с подстилающим негорючим грунтом.

Нередко, особенно в весенний период, горящие очаги торфа можно в буквальном смысле слова утопить, создав временные плотины на осушительных канавах немного ниже горящего очага. Этот способ особенно хорош при небольшом удалении горящего очага от осушительной канавы и при его расположении не на возвышении.

При тушении глубоких торфяных пожаров, успевших развиться на большие площади, нередко тушение по всей площади становится нецелесообразным (не приводит к успеху в силу невозможности сосредоточить нужное количество техники, людей, из-за недостатка воды). Единственно возможной тактикой становится или обводнение (затопление) горячей площади, или создание вокруг горящих очагов глубоких (до подстилающего грунта) канав, заполненных водой, и борьба с новыми очагами, образующимися от переброса искр или горящего торфа на защищаемый участок.

Одним из подходов борьбы с торфяными пожарами является метод ликвидации пожара с использованием авиации. В результате испытания данный подход к решению проблемы зарекомендовал себя как неэффективный.

По словам командира дружины охраны природы биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова и координатора организации «Добровольные лесные пожарные», нельзя тушить торфяники с помощью авиации. Торфяник горит в глубине, а не у поверхности и когда падающая с большой высоты вода ударяется о почву, в воздух вылетает горящая торфяная крошка, что приводит только к усилению пожара.

В результате экспериментальных исследований тушения лесных пожаров, проведенных с использованием самолета ИЛ-76 МД, было выяснено, что глубина промачивания почвы после сброса воды составляет 5–7 см. Результаты докладывались на конференциях в 1999–2001 годах [2].

Как видно, в вопросе о торфяных пожарах много пробелов и мало реальных эффективных методов борьбы с ними. Отсутствие современных технических решений и эффективных методов борьбы с торфяными пожарами составляет отрицательную картину пожарной безопасности лесов и населенных пунктов, расположенными рядом с ними.

На основе проведенного анализа предлагается разработать техническое решение для диагностики и ликвидации торфяных пожаров, которое должно решить эту сложившуюся проблему. Также предлагается организовать мероприятия по слушанию новых идей, выявлению новых прототипов и устройств, проведение исследовательских работ в данной малоизученной области.

Технические решения в данной области очень актуальны в лесной промышленности, так как данная проблема еще не имеет эффективного решения.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.mining-enc.ru/t/torf/> (дата обращения: 20.04.2017).
2. URL: <http://protivpozhara.ru/tipologija/prirodnye/torfjanye-pozhary> (дата обращения: 20.04.2017).
3. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
4. URL: <https://www.msu.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
5. URL: <http://www.hydrology.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
6. Авакимов С. С., Булгаков В. П., Бушуй М. И. Технические средства и средства тушения пожаров / под общ. ред. Б. П. Иванова. М. : Энергоиздат, 1984. 256 с.

© Поддубский А. Э., Холопов В. Н., Е. И. Максимов, Федорченко И. С., 2017

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

А. Э. Поддубский, В. Н. Холопов, Е. И. Максимов, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Предлагается создание оборудования для диагностики и ликвидации торфяных пожаров. Проанализированы характерные особенности конструктивных требований и определяемых параметров торфа.

Ключевые слова: машина, лес, промышленность, пожары, торф.

ARTICULATED CARS AND THEIR CONSTRUCTIVE SOLUTIONS

A. E. Poddubskii, V. V. Holopov, E. I. Maksimov, I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

This article proposes the creation of equipment for the diagnosis and elimination of peat fires. Characteristic features of structural requirements and determined parameters of peat are analyzed.

Keywords: machine, forest, industry, fires, peat.

Предлагается создать диагностическое оборудование для определения глубины и границ очага торфяного пожара.

Создаваемое устройство должно обеспечить максимальную безопасность рабочих в очаге возгорания; эффективно справляться с поставленной задачей; обладать достаточной проходимостью и повышенной мобильностью; легко управляемым.

Оборудование может быть оснащено различными датчиками. Это может быть газоанализатор, термодатчик, датчики положения устройства, GPS или Глонасс, радиосвязь, спутниковая связь и др.

Определяемые параметры торфа: температура, химический состав, влажность, глубина залегания и площадь распространения торфяной залежи. Благодаря определению и анализу данных параметров можно повысить эффективность и безопасность противопожарных действий, особенно на стадии планирования и разработки стратегии тушения.

Возможным конструктивным решением можно отнести оснащение существующих автомобилей, техники и управляемых установок специализированным оборудованием. Это оборудование может быть как диагностическим, так и для непосредственной борьбы с торфяными пожарами.

Также возможна разработка абсолютно нового устройства или машины.

Проведенный обзор существующих устройств и оборудования показал практически полное отсутствие современного, технологичного и эффективного решения в данной области.

Существует насосно-рукавный модульный комплекс «Шквал» (см. рисунок), состоящий из базовой машины и насосно-рукавного модуля.



Насосно-рукавный модульный комплекс «Шквал»

Данный комплекс может обеспечивать работу на расстоянии 3 км четырех магистральных линий диаметром 150 мм [3].

Преимущества насосно-рукавного комплекса «Шквал»:

- комплексное решение по забору и перекачке больших объемов воды;
- быстрое разворачивание комплекса в рабочее состояние;
- возможность применения на мелководье.

Реальное применение комплекса летом в 2014 году при ликвидации лесоторфяных пожаров в Тверской области подтвердило его эффективность и надежность даже в условиях повышенной нагрузки [1].

Насосно-рукавный модульный комплекс «Шквал» может применяться как вспомогательная техника для доставки воды или раствора, но сам по себе эффективным решением в проблеме ликвидации очага возгорания торфа он не является.

Основной проблемой эффективной ликвидации торфяного пожара является затруднение в использовании тяжелой техники. Это вызвано риском провала в выгоревшие пустоты. Решением является диагностирование местности.

Предлагается последовательность тушения, основанная на диагностике очага пожара. Диагностирование местности позволит создать диагностическую карту, благодаря которой будет возможна безопасная доставка тяжелой специализированной техники, без которой эффективная ликвидация невозможна.

Технические решения в данной области очень актуальны в лесной промышленности, так как данная проблема еще не имеет эффективного решения.

Библиографические ссылки

1. Кузнецов А. Е., Федоткин Д. В., Орлов Л. А., Фролов Б. М. Современные образцы техники для ликвидации лесоторфяных пожаров : научная статья.
2. URL: <https://www.ria.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
3. URL: <http://e-edition.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
4. Авакимов С. С., Булгаков В. П., Бушуй М. И. Технические средства и средства тушения пожаров / под общ. ред. Б. П. Иванова. М. : Энергоиздат, 1984. 256 с.

© Поддубский А. Э., Холопов В. Н., Максимов Е. И., Федорченко И. С., 2017

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

М. И. Раковская

Петрозаводский государственный университет
Российская Федерация, г. Петрозаводск

Сложность задач моделирования технологических процессов лесопромышленного комплекса существенно ограничивает возможности применения физического моделирования. В настоящее время альтернативу методам физического моделирования создают новые информационные технологии и методы численного моделирования. В данном сообщении приведен краткий обзор примеров применения численного моделирования при анализе очистки длинномерных сортиментов от коры в барабанах и измельчения балансов на щепу в рубительной машине.

Ключевые слова. лесное машиностроение, моделирование, технологические процессы, очистка от коры, измельчение на щепу, дисковая рубительная машина.

APPLICATION OF NUMERICAL MODELING METHODS TO JUSTIFY OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR FORESTRY COMPLEX

M. I. Rakovskaya

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russian Federation

The complexity of the tasks of modeling the technological processes of the timber industry complex significantly limits the possibilities of applying physical modeling. At present, new information technologies and methods of numerical modeling create an alternative to methods of physical modeling. This report provides a brief overview of examples of the application of numerical simulation long-length logs debarking in drums and chipping logs in a disk chipper.

Keywords. forest engineering, modeling, technological processes, debarking, chipping, disc chipper.

Развитие лесопромышленного комплекса Российской Федерации определяет «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года» (<http://www.consultant.ru>). В комплексе мероприятий, обеспечивающих реализацию Стратегии, определены, в частности, основные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, обеспечивающие инновационное развитие целлюлозно-бумажных комбинатов и лесохимического производства; лесозаготовительного производства и лесного машиностроения; лесопиления и производства листовых древесных материалов. Определенные стадии этих работ предполагают применение современных методов математического моделирования, в том числе реализованных в современных

программах конечно-элементного анализа. В этой связи представляет практический интерес обзор публикаций, относящихся к применению методов численного моделирования при обосновании технических решений для лесопромышленного комплекса. Число таких публикаций велико, поэтому, с учетом ограничений на объем работы, далее представлена только малая их часть.

Сложность задач моделирования технологических процессов лесопромышленного комплекса существенно ограничивает возможности применения физического моделирования. В настоящее время альтернативу методам физического моделирования создают новые информационные технологии и методы численного моделирования.

Например, в [1] обращено внимание на то, что длинномерные сортименты при их очистке от коры в барабане не только соударяются друг с другом и с внутренней поверхностью барабана, но и испытывают изгиб. При изгибе сортимента кора в его сжатых зонах разрушается быстрее, чем в растянутых зонах. Анализ этого процесса с применением конечно-элементной модели [2; 3], в том числе с учетом сбега [4; 5], выявил достаточную адекватность компьютерной модели. По результатам исследований разработаны технические решения, новизна которых подтверждена патентами РФ № 169678 и № 169680 (дата регистрации 28.03.2017). В данном случае, однако, не представляется возможным исключить выполнение соответствующих опытно-конструкторских работ, сократить путь к которым и уменьшить их объем позволяет применение численного моделирования.

Другим примером является применение несложной модели для анализа влияния длины баланса, измельчаемого в дисковой рубительной машине, на размеры частиц древесной щепы [6]. В данной статье внимание фокусируется на том обстоятельстве, что длина любого баланса в процессе его измельчения уменьшается. По этой причине на финишной стадии данной технологической операции стандартный баланс с начальной длиной 1,2 м неизбежно трансформируется в короткомер, условия измельчения которого в рассматриваемой рубительной машине существенно отличаются от условий измельчения того же баланса на старте его измельчения, что обусловлено особенностями конструкции загрузочного устройства рубительной машины. Адекватность результатов моделирования подтверждена результатами лабораторных исследований и производственных экспериментов, выполненных авторами [6].

Касаясь теоретического обоснования моделей технологических процессов лесопромышленного комплекса, заметим, что в этих процессах часто имеют место соударения объектов. Как следствие, появляется необходимость использования моделей механических систем с односторонними связями [7; 8], адекватность которых подтверждена рассмотренными выше примерами.

Библиографические ссылки

1. Куницкая О. А., Лукин А. Е. Обоснование направления уточнения математической модели групповой окорки лесоматериалов для условий окорки длинномеров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-2 (13-2). С. 430–433.
2. Куницкая О. А., Лукин А. Е., Колесников Г. Н., Тихонов Е. А. Компьютерное моделирование процесса окорки длинномерных лесоматериалов в коротких барабанах // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 9-3 (20-3). С. 263–267.
3. Куницкая О. А., Лукин А. Е., Колесников Г. Н., Тихонов Е. А., Тюрикова Т. В. Численное моделирование процесса окорки длинномерных сортиментов в барабанах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2016. № 3 (351). С. 135–146.

4. Куницкая О. А., Колесников Г. Н., Лукин А. Е., Куницкая Д. Е. Особенности окорки длинномерных сортиментов с учетом сбег в окорочных барабанах // Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 37. № 3. С. 164.

5. Колесников Г. Н., Доспехова Н. А. Закономерности соударений и качество очистки балансов неодинакового диаметра в корообдирочном барабане // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-15. С. 3328–3331.

6. Колесников Г. Н., Девятникова Л. А., Доспехова Н. А., Васильев С. Б. Уточненная модель влияния длины баланса, измельчаемого в дисковой рубительной машине, на размеры частиц древесной щепы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 105. С. 413–425.

7. Колесников Г. Н., Раковская М. И. Энергетический критерий очередности перехода односторонних связей в действительное состояние // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2006. Т. 13. С. 652.

8. Колесников Г. Н., Раковская М. И. Применение экстремального принципа лейбница в шаговом алгоритме решения линейной задачи дополненности // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1. № 4. С. 76–83.

© Раковская М. И., 2017

ПЕРСПЕКТИВНАЯ БАЗА ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ МАШИН В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА БРИКС

С. Е. Рудов

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Предложена компоновка хорошо проходимой колесной лесной машины на базе шарнирно-сочлененного карьерного самосвала, выпуск которой можно быстро освоить в рамках сотрудничества БРИКС.

Ключевые слова: колесные лесные машины, шарнирно-сочлененные карьерные самосвалы, сотрудничество БРИКС.

A PROMISING BASE FOR JOINT PRODUCTION OF FOREST MACHINES IN THE FRAMEWORK OF INTERNATIONAL COOPERATION BRICS

S. E. Rudov

Military Academy of communications named after Marshal
of the Soviet Union S. M. Budyonny
Saint-Petersburg, Russian Federation

the proposed layout is well passable wheeled forest machines on the basis of articulated dump truck, the release of which can quickly develop in the context of BRICS cooperation.

Keywords: wheeled forestry machine, articulated dump trucks, the cooperation of BRICS.

Производители лесных машин, в постоянной борьбе за потребителя и новые рынки сбыта своей продукции, делают ставку на разработку более производительной и экономичной техники. Это, прежде всего, обеспечивается за счет увеличения энергонасыщенности машин, повышения рабочих и транспортных скоростей, снижения потерь времени на вспомогательные операции [1].

Требования лесозаготовителей к техническим возможностям лесных машин возросли. Это во многом связано с истощением запасов древесины в удобных для разработки лесных массивах и вынужденным переходом на освоение труднодоступных лесных массивов, расположенных на пересеченной местности или переувлажненных почвогрунтах. Поэтому многие современные лесные машины имеют высокую мощность двигателя [2].

Энергонасыщенность, коэффициент приспособляемости дизеля, типы силовых передач трансмиссии влияют на режимы работы лесных машин, включая: скорость движения, ускорения и характер поворота, число переключения передач, потери от буксования, интенсивность колееобразования и др. [3].

Лесное машиностроение занимает важное место среди отраслей машиностроительного комплекса России и является исторически традиционным видом деятельности. В свое время оно лидировало в мире: первый специальный трелевочный трактор появился в нашей стране [4].

К настоящему импорт лесных машин по стоимости продаж составил уже около 70 % от всех затрат на приобретение лесозаготовительной техники. Ввоз машин иностранного производства, в том числе бывших в употреблении, растет на 20–40 % в год. Без принятия мер для повышения конкурентоспособности продукции отечественное лесное машиностроение рискует потерять потенциально высокодоходный сегмент рынка в собственной стране с объемом продаж свыше 8 млрд руб. (без лесовозных автомобилей) и потенциалом роста за счет отложенного спроса до 14 млрд руб. в год [5].

Особенно напряженная ситуация наблюдается с обеспечением лесозаготовителей трелевочной техникой. Если в 2011 году было произведено 172 единицы трелевочных тракторов, то за 2012 год заводами лесного машиностроения выпущено всего 74 единицы. При этом необходимо отметить, что до мирового финансового кризиса 2008 года в России производилось около 600 трелевочных машин в год, что говорит о наличии достаточного спроса на эту продукцию. По ориентировочным расчетам, на сегодняшние объемы заготовки древесины с учетом состояния парка машин, годовая потребность в трелевочных тракторах составляет порядка 1,5 тыс. единиц [6].

К сожалению, прекратил свое существование Алтайский тракторный завод – основной поставщик тракторов ТТ-4М, в стадии банкротства находится Красноярский завод лесного машиностроения, который выпускал небольшими сериями трактора четвертого класса тяги.

Трелевочные машины более легкого класса до последнего времени выпускал ООО «Онежский тракторный завод». С 2012 года он полностью перешел на производство модели «Онежец-300», который по своей массе, мощности и, самое главное, цене приблизился к машинам типа ТТ-4М. Но, по мнению лесозаготовителей, в сложных условиях эксплуатации он уступает ТТ-4М, поэтому спрос на эти тракторы снизился в Европейской части России и не вырос в Сибири и на Дальнем Востоке.

Около половины лесных массивов в России по своим грунтовым условиям могут эффективно осваиваться с применением специализированных колесных трелевочных машин [3].

Отсутствие надежной современной отечественной трелевочной техники вынуждает лесопользователей, имеющих финансовые возможности, закупать импортную технику и переходить на сортиментную технологию, даже несмотря на то, что она часто экономически не оправдана. Те, кто не имеет таких возможностей, отказываются от механизированных технологий заготовки древесины и используют ручные способы с применением бензиномоторных опил. Таким образом, заготавливается около 60 % древесины. В качестве трелевочной техники в этом случае зачастую используют импортные бывшие в употреблении форвардеры, которые по цене нередко дешевле новых отечественных тракторов [7].

Среди основных причин сложившейся ситуации, помимо упомянутого финансово-экономического кризиса можно отметить следующие. Оставшиеся после вхождения в рыночные условия заводы не имеют финансовых возможностей на проведение полноценных исследовательских и проектно-конструкторских работ, не обладают необходимым конструкторским, технологическим и производственным потенциалом. Поэтому вместо создания принципиально новых лесных машин и оборудования профильные машиностроительные предприятия вынуждены ограничиваться модернизацией серийной техники, разработанной в 70-е – 80-е годы XX века [8].

В Российской Федерации лишь 7 % площади лесного фонда позволяет работать в лесу вне зависимости от погодных условий. Почвогрунты, которые переувлажнены большую часть года и особо неблагоприятны для заготовки древесины, составляют 57 % общей площади лесного фонда Российской Федерации. Это приводит к ярко выраженному сезонному характеру лесозаготовительного производства в РФ [9].

Исходя из анализа современного состояния отечественного лесного машиностроения можно сделать предположение, что восстановление значимых объемов выпуска лесных машин на базе продукции только отечественных машиностроительных предприятий мало реально. В связи с этим представляется перспективным создание лесных машин на базе импортных шасси.

Шасси трелевочного трактора должно удовлетворять требованиям надежности и производительности.

Создание совершенно новой машины в короткие сроки имеющей высокую надежность не представляется возможным. Поэтому в качестве основы трелевочного трактора – шасси будет разумно рассмотреть готовые, и выпускаемые серийно машины. Серийно выпускаемые шасси не только имеют отработанную и проверенную конструкцию, но и имеют сервисную базу по снабжению запчастями и оказанием услуг по обслуживанию и ремонту [10].

Высокая производительность трелевочного трактора достигается выполнением следующих требований к конструкции трактора: высокая проходимость, высокие скорости движения, высокая рейсовая загрузка, технологическая гибкость использования, маневренность [3].

В качестве шасси для трелевочного трактора рассмотрим два основных варианта: автомобильное высокой проходимости и тракторное. Стандартные гусеничные шасси не могут обеспечить высоких скоростей, поэтому проведем сравнительный анализ колесных машин.

Для обеспечения высокой проходимости необходимо, чтобы движитель машины (колеса) имел большую площадь опоры и высокий коэффициент сцепления с опорной поверхностью. Это может быть достигнуто увеличением числа ведущих осей и увеличением размеров колес. Требование к маневренности трелевочного трактора ограничивают максимальное число ведущих осей до 3, использование 4 и более ведущих осей значительно увеличит габаритные размеры и ухудшит маневренность машины [11].

Для снижения давления колес на опорную поверхность перспективно применение специальных сельскохозяйственных шин имеющих большую ширину и возможность регулирования давления в шине. Однако, для их успешной работы в лесу необходимо повышение их прочности, поскольку стандартные сельскохозяйственные шины легко повреждаются при наезде на твердое острое препятствие, например небольшой по диаметру пень.

При рулевом управлении поворотом колес применение шин значительно шире стандартных не возможно в виду резкого увеличения нагрузок на ведущие мосты. Для тракторов с шарнирно-сочлененной рамой при небольшой доработке ведущих мостов установка вышеуказанных шин вполне возможна.

Так же трактора с шарнирно-сочлененной рамой имеют лучшую проходимость и надежность в условиях бездорожья по сравнению с автомобильными шасси. Обеспечение высоких технологических скоростей не возможно без наличия подвески в конструкции машины [3].

Учитывая все вышеизложенное в качестве базового шасси для трелевочного трактора перспективно применение шасси карьерных самосвалов с шарнирно-сочлененной рамой.

Шарнирно-сочлененные самосвалы, как правило, имеют подвеску переднего моста с упругими элементами, балансирную подвеску задних мостов, автоматическую трансмиссию с гидротрансформатором и возможностью переключения передач под нагрузкой. К гидросистеме самосвала может быть подключен гидропривод манипулятора и коникового зажимного устройства.

Массовые показатели шасси определяет максимальная допустимая нагрузка на шины и характеристики самого шасси. Исходя из технических характеристик шины,

нагрузка на одну ось не должна быть больше 12600 кг. Данному условию соответствует шасси самосвала Bell B25E (ЮАР) [10].

Такой концепт машины разработан в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства». По расчетам, при нагрузке на заднюю ось 4500 кг в незагруженном состоянии возможная максимальная грузоподъемность, для варианта с использованием широких шин, составит 18000 кг. Этого достаточно для трелевки пачки объемом 20 м³.

Для обеспечения технологической гибкости наиболее перспективным является вариант бесчokerного трелевочного трактора с гидравлическим манипулятором. Это даст возможность использования машины как совместно с валочно-пакетирующей машиной, так и при ручной валке [12]. Создание такой машины в рамках БРИКС является перспективным направлением восстановления отечественного лесного машиностроения.

Библиографические ссылки

1. Добрецов Р. Ю., Григорьев И. В. Оценка энергоэффективности шасси гусеничных лесных машин // Транспортные и транспортно-технологические системы : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень : ТИУ, 2017. С. 145–149.
2. Григорьев И. В., Чураков А. А., Григорьева О. И. Перспективная конструкция вездехода для лесного хозяйства // Транспортные и транспортно-технологические системы: Материалы Международной научно-технической конференции. Тюмень : ТИУ, 2017. С. 136–139.
3. Григорьев И. В. Снижение отрицательного воздействия на почву колесных трелевочных тракторов обоснованием режимов их движения и технологического оборудования. СПб. : СПбГЛТА, 2006. 235 с.
4. Григорьев И. В., Кочнев А. М. Русский лесной самоход: от идеи до создания // Лесозаготовка. Бизнес и профессия. 2016. № 1. С. 26–27.
5. Григорьев И. В., Кацадзе В. А. Состояние и перспективы развития лесного машиностроения в России // Леспроминформ. 2015. № 2. С. 80–84.
6. Макуев В. А., Григорьев И. В., Григорьева О. И. Управление парком лесных машин // Леспроминформ. 2015. № 5. С. 98–106.
7. Григорьев И. В., Чураков А. А., Григорьева О. И. Перспективная конструкция гусеничного форвардера // Транспортные и транспортно-технологические системы : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень : ТИУ, 2017. С. 140–144.
8. Григорьев И. В. Научные школы лесопромышленного комплекса России // Дерево.ру, 2016. № 6. С. 42–46.
9. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Цыгарова М. В. Вахтовые лесозаготовки Теория и практика. Часть 1 // Леспроминформ. 2016. № 1. С. 60–66.
10. Григорьев И. В., Чураков А. А., Никифорова А. И. Перспективные колесные базы для лесных машин // Леспроминформ. 2014. № 3. С. 66–69.
11. Григорьев И. В., Шапиро В. Я., Жукова А. И. Исследование процесса уплотнения почвогрунтов с учетом динамики трелевочной системы на базе колесного лесопромышленного трактора // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 14. С. 3–11.
12. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Никифорова А. И., Глуховский В. М. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ // Тр. БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2 (184). С. 109–116.

© Рудов С. Е., 2017

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. В. Сиваков, О. В. Дворовкин

Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

Рассматривается вопрос повышения эффективности использования древесины в РФ, в том числе отходов лесозаготовки и деревообработки.

Ключевые слова: древесина, эффективность, рубительная машина.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USE OF WOOD IN RUSSIA

V. V. Sivakov, O. V. Dvorovkin

Bryansk State Engineering and Technology University
Bryansk, Russian Federation

Considers the question of increase of efficiency of use of wood in Russia, including waste in logging and wood processing.

Keywords: wood, efficiency, chipper.

Возрастающие экологические требования к выбросам в окружающую среду от сжигания топлива, развитие торговли квотами на выбросы, повышение стоимости энергоносителей – все это послужило толчком для развития бионергетики, в том числе и для увеличения производства и использования древесного топлива в энергетических целях.

В качестве древесного сырья для изготовления древесных пеллет, брикета и угля в лесном фонде используются:

- дрова, заготавливаемые при проведении плановых рубок;
- отходы деревообработки;
- насаждения ольхи серой;
- перестойные насаждения мягколиственных пород;
- отходы лесозаготовок;
- корчеванная пневая древесина торфопереработок;
- древесный отпад (захламленность и сухостойные деревья).

В общем объеме заготовки древесины выход дров составляет 40–45 %.

Значительная часть дров и пневой древесины используется на энергоустановках для получения тепловой энергии, а также населением.

Наиболее эффективно производство топливной щепы на предприятиях, использующих в качестве сырья отходы лесозаготовок, деревообработки (опилки, кусковые отходы) [1–3] и корчеванной пневой древесины торфопереработок. В настоящее время значительная часть отходов деревообработки (около 1,8 млн куб. метров) используется в качестве котельно-печного топлива для получения тепловой и электрической энергии,

а также используется в качестве технологического сырья в деревообрабатывающей промышленности.

Вовлечение в переработку тонкомерной древесины, остающейся на лесосеке при рубках главного пользования, а также пней древесины, получаемой при рубках ухода за лесом и при корчевании торфяной залежи, привело к созданию мобильных систем машин для заготовки щепы непосредственно на лесосеке или в условия полевой торфодобычи. В каждой из таких систем базовой машиной является передвижная рубильная машина или установка, обеспечивающая переработку этих видов сырья на топливную щепу [4; 5].

Щепа может быть использована для получения тепловой энергии для отопления домов, технологических нужд предприятий, а также как источник альтернативного топлива для автомобилей [6; 7].

Повышение эффективности использования древесины позволит не только снизить вредное воздействие на окружающую среду, но и создать отрасль, позволяющую получить значительный экономический эффект от использования возобновляемых природных ресурсов.

Библиографические ссылки

1. Сиваков В. В., Лупорева И. А. Повышение эффективности работы предприятий лесопромышленного комплекса Брянской области // Экономика и эффективность организации производства. 2013. № 19. С. 29–30.
2. Сиваков В. В., Авдусь А. В. Повышение эффективности работы деревообрабатывающих предприятий // Экономика и эффективность организации производства. 2013. № 19. С. 69–70.
3. Сиваков В. В., Лупорева И. А. Повышение рационального использования древесины в России // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы VI Международ. форума (10–17 июня, Благовещенск–Хайхэ-Харбин) : в 2 ч. Ч. 1. Благовещенск : ДальГАУ, 2013 г. С. 295–301.
4. Сиваков В. В., Лупорева И. А. К вопросу о совершенствовании рубильных машин // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 40. С. 124–126.
5. Лупорева И. А., Сиваков В. В. Рубильная машина. Патент на полезную модель RUS 144003, 18.03.2014.
6. Спиридонов В. Д., Милюкова А. В., Сиваков В. В. Пеллеты как топливо для автомобиля // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4. № 5-4 (25-4). С. 152–156.
7. Спиридонов В. Д., Милюкова А. В., Сиваков В. В. Древесные гранулы как экологически чистый вид топлива // Дальневосточная весна – 2016 : материалы 14-й Международ. науч.-практ. конференции по проблемам экологии и безопасности / отв. ред. И. П. Степанова. 2016. С. 114–116.

© Сиваков В. В., Дворовкин О. В., 2017

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ

Н. В. Сухенко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассматриваются вопросы и проблемы создания полезащитных лесных насаждений в степных условиях.

Ключевые слова: лесные насаждения, степные условия, технология создания, механизация.

PERSPECTIVES OF THE ESTABLISHMENT OF FIRE-PROOF FOREST PLANTS IN STEPPE CONDITIONS

N. V. Sukhenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article discusses the issues and problems of creating sheltered forest plantations in steppe conditions.

Keywords: forest plantations, steppe conditions, technology of creation, mechanization.

Степные земли Сибири являющиеся одним из важнейших природных образований, так же как и земли юга и юго-востока Европейской части России подвержены воздействиям таких неблагоприятных природных факторов, как засухи и пыльные бури. Сельскохозяйственное освоение сибирских степей сопровождалось развитием ветровой эрозии почв.

Ветровая эрозия (дефляция) почв распространена во всех степных и лесостепных районах Минусинской впадины и в разной степени проявляется на всех типах почв. Более сильное разрушение поверхности почвы происходит на супесчаных, а также близких к ним по механическому составу связнопесчаных и суглинистых почвах. Возникновению ветровой эрозии способствуют распаханность большой территории, засушливость климата, сильные ветры, слабая устойчивость почв к ним. После распашки, лишенные защитного покрова сухие и несвязные почвы легко подвергаются выдуванию. Происходит обеднение их физической глиной, питательными веществами, естественное плодородие быстро снижается [1].

Ветровая эрозия возникает в результате взаимодействия воздушного потока с почвой. Поэтому в основе приемов, направленных на защиту почвы от ветровой эрозии, лежит снижение скорости ветра в приземном слое воздуха. Среди арсенала средств, обеспечивающих эффективное снижение скорости ветра и прекращение ветровой эрозии, главное место занимают защитные лесные насаждения.

Системы лесных защитных насаждений являются объектом многофункционального воздействия на окружающую среду, которые стабилизируют экологическую и биологическую обстановку, образуют устойчивые агролесоландшафты. Лесные насаждения обеспечивают блокирование очагов дефляции, изменяют ландшафт, служат постоянно действующим противодефляционным элементом, на протяжении длительного времени способствуют повышению урожаев сельскохозяйственных культур на смежных полях, защищая их от заноса мелкозёмом [3].

Почвозащитная эффективность лесных насаждений особенно высока в том случае, если параметры их систем выбраны в соответствии с ветровым режимом территории, устойчивостью почв к ветру и другими факторами ветровой эрозии. В системах защитных лесных насаждений выделяют следующие параметры, или системные структуры, которые обуславливают степень мелиоративного эффекта системы: высоту лесного насаждения, его конструкцию; направление основных лесных полос в системе по отношению к эрозионным ветрам; шероховатость подстилающей поверхности, форму профиля поперечного сечения лесной полосы, расстояние между лесными полосами.

Полезатитные лесные полосы размещают в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Точный размер участков определяется в каждом отдельном случае в зависимости от рельефа местности, почвенных условий и размеров землепользования. Основные или продольные лесные полосы закладывают поперек господствующих суховейных или пыльных ветров, с возможным отклонением от этого направления не более 45°. Для облегчения механизации сельскохозяйственных работ расстояние между поперечными лесными полосами устанавливают в 2–4 раза больше, чем между продольными, а для проезда тракторов с прицепными орудиями в местах стыка полос оставляют разрывы длиной в 25 м.

Полезатитные лесные насаждения создаются обычно из нескольких древесных и кустарниковых пород. При полезатитном лесоразведении выбирают древесные и кустарниковые породы, способные образовать устойчивые, эффективные и продуктивные насаждения. Главные, обычно светолюбивые, древесные породы должны быть выносливыми, высокими и долговечными. Для посева и посадки леса в степи пригодной может быть только тщательно обработанная и очищенная от сорняков почва. Посеянные или посаженные в неё древесные и кустарниковые растения успешнее приживаются, быстро растут и скоро смыкаются кронами. Особенно тщательная и глубокая обработка требуется в сильно засушливых степных районах, отличающихся жарким и сухим летом и солонцеватой почвой.

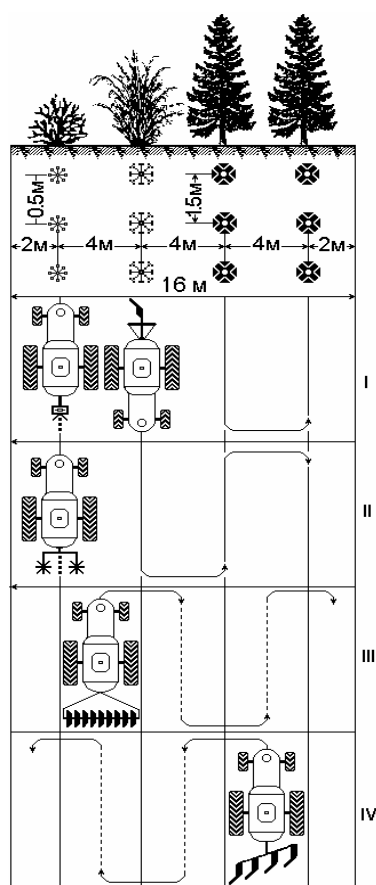
Исследования проводились в степных районах, на базе системы защитных лесных насаждений различного целевого назначения, заложенных Институтом леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН. Объектами изучения были полезатитные лесные полосы из лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) [4].

Полезатитные лесные насаждения из лиственницы сибирской были заложены на перевейанных супесчаных почвах, в районе эолового городка, территория которого после создания на смежных пахотнопригодных землях сети полезатитных лесных полос сильно заросла травянистой растительностью. Ниже представлена схема размещения посадочных мест в пастбищезащитных лесных полосах и технология создания (см. рисунок).

С ростом древесных и кустарниковых растений целесообразно проводить агротехнические уходы в фазе несомкнутого роста лесного насаждения. Растения в это время еще малы и не соприкасаются друг с другом своими кронами и корневыми системами. В промежутках между ними к поверхности почвы беспрепятственно проникают солнечные лучи, и здесь поселяется светолюбивая сорная и степная травянистая растительность. Чем хуже была подготовлена почва, тем больше в лесных культурах появля-

ется сорняков. К неустойчивому увлажнению (лесостепь и степь) травянистые растения лучше приспособлены, чем древесные. Они более активно поглощают влагу и элементы пищи, быстро растут и образуют сплошной травяной покров на лесокультурной площади. Древесные растения испытывают вредное влияние травянистых растений, они в значительной степени лишаются света, влаги, пищи и подавляются их фитонцидами. Если это влияние не устраняется человеком, то рост древесных растений замедляется, и они постепенно отмирают. Отсюда возникает необходимость агротехнического ухода за лесными насаждениями.

Агротехнический уход заключается в уничтожении травянистой растительности, в сбережении влаги и пищи в почве. Этим уходом создаются условия для успешной приживаемости и последующего роста древесных растений. По мере увеличения в процессе роста размеров этих растений сокращается освещенная солнцем поверхность почвы. При смыкании крон деревьев наступает полное затенение поверхности почвы, чем исключается возможность существования светолюбивых трав. В этот период отпадает необходимость агротехнического ухода за лесными насаждениями.



Протяженность полосы
площадью в 1 га – 625 м

Посадка:

Лиственницы – вручную под лопату;
караганы – машиной ССН-1
в агрегате с трактором МТЗ-80;
хлыстов ивы – запахиванием в дно борозды ПЛН-3-35 (1 корпус)
в агрегате с трактором МТЗ-80

Уходы в рядах:

караганы – культиватором КРЛ-1А
в агрегате с трактором МТЗ-80;
лиственницы и ивы вручную

Уходы в междурядьях и закрайках:

дисковой бороной БДН-1.7
в агрегате с трактором МТЗ-80;

Осенняя перепашка междурядий
и закраек:

плугом ПЛН-3-35 в агрегате
с трактором МТЗ-82

Схема размещения и технология создания защитных лесных полос

Положительное влияние лесных полос разной ширины и конструкции неодинаково. Лучшее выполнение защитных функций обеспечивается в том случае, когда вновь заложенные полосы хорошо растут и формируются с той ажурностью, которая соответствует их назначению. С наибольшей пользой защитные лесные насаждения выполняют свои защитные функции при размещении их в строго определенной системе. Этот эффект обеспечивается не в первые годы после посадки, а по прошествии 5–7 лет, когда насаждения достигают высоты 4–5 м. С течением времени защитно-мелиоративное

действие лесных полос при их оптимальном размещении распространяется на всю облесенную площадь.

Библиографические ссылки

1. Выращивание лесных полос в степях Сибири / Е. Н. Савин [и др.]. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2001. 102 с.
2. Ковылина О. П., Ковылин Н. В., Сухенко Н. В. Опыт создания пастбищезащитных лесных полос в условиях Ширинской степи Хакасии // Сибирский экологический журнал. 2006. № 2. С. 211–218.
3. Нипа Л. Р., Ковылин Н. В. Рекультивация и формирование ландшафта. Формирование ландшафта / СибГТУ. Красноярск, 2002. 136 с.
4. Сухенко Н. В. Формирование травянистой растительности в защитных лесных насаждениях Ширинской степи Хакасии : дис. ... канд. с/х наук ; СибГТУ. Красноярск, 2007. 167 с.

© Сухенко Н. В., 2017

ОСОБЕННОСТИ ПРИЖИВАЕМОСТИ И РОСТА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

О. П. Ковылина, Н. В. Сухенко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассматриваются вопросы влияния механизированной обработки почвы на приживаемость и рост лесных культур.

Ключевые слова: лесные культуры, механизация, способы обработки почвы.

FEATURES OF GROWING AND GROWTH OF FOREST CROPS IN DIFFERENT METHODS OF SOIL PROCESSING

O. P. Kovylyina, N. V. Sukhenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article discusses the impact of mechanized tillage on the survival rate and growth of forest cultures.

Keywords: forest cultures, mechanization, methods of soil cultivation.

На приживаемость и рост культивируемых растений оказывают влияние свойства почвы и способ ее обработки. Оба фактора взаимосвязаны, способ обработки обуславливает характер лесопосадочного места и влияет на свойства почвы (обеспеченность питательными элементами, органическим веществом и влагой, сложение почвы, ее аэрация и т. п.).

Проведение подготовительных работ оказывает непосредственное влияние на качественные показатели лесных культур. К подготовительным работам относятся: раскорчевка и расчистка лесокультурной площади, создание технологических полос и коридоров, планировка поверхности почвы и др. [3]. Качество обработки почвы оказывает решающее влияние на рост лесных культур в молодом возрасте, а также на конечный результат – формирование высокопродуктивных, устойчивых насаждений. Обработка почвы оказывает непосредственное влияние на размещение культивируемых растений на площади, на выбор их первоначальной густоты, на объем затрат на агротехнические уходы за культурами и сроки перевода культур в хозяйственно-ценные молодняки. Механическая обработка почвы улучшает ее структуру и сложение, водный и воздушный режимы, ускоряет биохимические процессы, подавляет сорную травянистую растительность. В отдельных случаях возможно создание культур и без предварительной обработки почвы.

Согласно ГОСТ 17559–82 под обработкой почвы под лесные культуры понимается механическая, химическая или термическая обработка почвы на всей лесокультур-

ной площади или части ее, обеспечивающая благоприятные условия для роста культивируемых растений.

По мнению А. Р. Родина (1977) задачи обработки почвы состоят в создании благоприятных условий для приживаемости семян и саженцев, обеспечении высокой всхожести семян при закладке культур посевом, хорошего укоренения и успешного роста древесных растений на основе взаимной стимуляции зависимых процессов между ассимиляционным аппаратом и всасывающими корнями при быстром нарастании надземной массы [1; 2].

Общепринято, что под влиянием обработки почвы происходит улучшение микроэкологических условий, гарантирующих в первые годы успех лесных культур, так как она создает благоприятные условия для хорошей всхожести семян, восстановления корневой системы, приживаемости посадочного материала.

Важным показателем, характеризующим состояние лесных культур в первые годы жизни, являются приживаемость (1–3 год) и сохранность (4–5 лет).

Под влиянием обработки почвы происходит улучшение микроэкологических условий, гарантирующих в первые годы успех лесных культур, так как она создает благоприятные условия для хорошей всхожести семян (при создании лесных культур посевом семян), восстановления корневой системы, приживаемости посадочного материала (при создании лесных культур посадкой сеянцами).

Условия для обработки почвы в лесной зоне весьма разнообразны, и поэтому нельзя рекомендовать единый принцип этих работ для всех лесокультурных площадей и в частности вырубок. В настоящее время основными категориями площадей в лесничестве являются свежие и старые вырубки, на которых преобладает частичная механическая обработка почвы путем нарезки пластов или борозд различными плугами. Критерием лесокультурной оценки того или иного способа обработки почвы в первые два года является приживаемость лесных культур. Для каждого региона определены нормативные проценты средневзвешенной приживаемости культур. Сравнение роста лесных культур на участках позволит выбрать оптимальный способ обработки почвы под лесные культуры в лесничестве.

Наибольшая средняя высота и диаметр стволика наблюдается на ПП5 (см. таблицу). Сравнение высоты сосны обыкновенной на участках показало, что на первом участке высота больше, чем на втором участке на 9,1 %, на третьем участке больше, чем на первом – на 8,3 % и на втором на 18,2 %.

Высота и диаметр стволика лесных культур на пробных площадях

Показатель	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
Высота, м	1,2±0,06	1,1±0,07	1,3±0,07	1,2±0,08	1,4±0,05
t_{ϕ} при $t_{0,05} = 2,04$	6,03	6,12	2,04	3,20	–
Диаметр, см	2,5±0,13	2,4±0,14	2,6±0,15	2,5±0,12	2,9±0,11
t_{ϕ} при $t_{0,05} = 2,04$	5,77	5,77	2,94	8,34	–

На пятом участке высота больше, чем на первом и четвертом на 16,7 %, на втором на 27,3 %, на третьем на – 7,7 %. Различия по высоте ПП5 для всех участков достоверны ($t_{\phi} = 2,04 \div 6,12 > t_{0,05} = 2,04$).

Диаметр стволика больше на пятом участке, чем на первом на 16,0 %, чем на втором участке больше на 20,8 %, чем на третьем – на 11,5 % и на четвертом – на 16,0 %. Различия по диаметру стволика ПП5 для всех участков достоверны ($t_{\phi} = 2,94 \div 8,34 > t_{0,05} = 2,04$). Наибольший средний прирост сосны по высоте за последние три года наблюдается на ПП5. Сравнение участков по высоте и диаметру стволика показало, что

наибольшая средняя высота (различия между участками достоверны $t_{\phi} = 2,04 \div 6,12 > t_{0,05} = 2,04$) и диаметр (различия между участками достоверны $t_{\phi} = 2,94 \div 8,34 > t_{0,05} = 2,04$) наблюдаются на ПП5, наименьшие показатели на ПП2.

Приживаемость лесных культур изменяется в первый год от 80 до 96 %, во второй год – от 72 до 78 %. Наибольшая приживаемость в первый год наблюдалась на участке 3 (ПП3) и участке 5 (ПП5), на втором году роста сохранность лесных культур также выше на ПП3 и ПП5 и составляла 78 %.

Наилучшие показатели роста по высоте и диаметру у сосны обыкновенной отмечены на ПП5, где проводились механизированные агротехнические уходы в течение 5 лет, наихудшие показатели – на ПП2, где не проводились агротехнические уходы.

Сравнительный анализ роста культур сосны, созданных при разной обработке почвы, показал, что рост культур по высоте и диаметру наиболее интенсивный в 2013 году. Текущий прирост сосны по высоте при обработке почвы с сохранением гумусового горизонта на площадках превышает средний прирост за последние 3 года на 14,3–23,4 % по сравнению с другими способами обработки почвы.

Обработку почвы под лесные культуры в лесничестве в основном проводят плугом ПКЛ-70, а также трактором С-100 с бульдозерной установкой. Посадку производят лесопосадочной машиной МЛУ-1 или вручную под меч Колесова, дополнение лесных культур производят под меч Колесова. Уходы за лесными культурами осуществляют культиватором КЛБ-1,7 или вручную.

Посадку лесных культур производят по дну плужных борозд в дренированных условиях местопроизрастания и по отвалам плужных борозд (микроповышениям). Когда обработка почвы невозможна бороздами или полосами, почву обрабатывают площадками.

Лучшим способом обработки почвы под лесные культуры в условиях Больше-Муртинского лесничества являются расчистка площадок и полос со снятием дернины травянистой растительности при сохранении гумусового горизонта. Этот способ оказывает положительное влияние, как на приживаемость, так и на дальнейший рост и сохранность лесных культур.

Библиографические ссылки

1. Родин А. Р. Лесные культуры. М. : МГУЛ, 2002. 268 с.
2. Лесные культуры / А. Р. Родин [и др.]. Н. Новгород : Вектор ТиС, 2011. 462 с.
3. Чернов Н. Н. Инновационные технологии лесокультурного производства : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотех. ун-т, 2013. 124 с.

© Ковылина О. П., Сухенко Н. В., 2017

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ НА 3D-ПРИНТЕРЕ

А. А. Титаренко, В. Б. Федченко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Изучаются методы моделирования и возможности совершенствования конструкции деталей для действующих моделей автомобилей. В качестве примера рассмотрена конкретная деталь автомобиля, выполнен ее чертеж и 3D-модель в графическом редакторе Компас 3D. Затем на основе анализа особенностей работы и нагружения конструкции данного узла предлагается усовершенствованная деталь. Предлагаемую технологию можно использовать не только при изготовлении деталей для моделей, но и реальных полноразмерных узлов и агрегатов.

Ключевые слова: действующая модель автомобиля, моделирование, графический редактор Компас 3D, технология изготовление деталей на 3D-принтере.

IMPROVING THE DESIGN OF PARTS FOR EXISTING CAR MODELS ON A 3D-PRINTER

A. A. Titarenko, V. B. Fedchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article aims to study the modeling techniques and the possibility of improving the design of parts for existing car models. As an example, consider the specific detail of the car, made her a drawing and a 3D model in a graphic editor Kompas 3D. Then, on the basis of the analysis of features and loading design this site offers improved detail. The proposed technology can be used not only in the manufacture of parts for models, but real full-sized components and assemblies.

Keywords: the current car model, modeling, graphic editor Kompas 3D, the technology of manufacturing of parts on a 3D-printer.

Действующие модели автомобилей, например класса БАГГИ – это вид автомобильного спорта, который предполагает наличие действующих моделей автомобилей данного класса, изготовленных в определенном масштабе и их использование в условиях реальной или искусственно созданной местности.

В результате их эксплуатации автомоделей выходят из строя, что выражается в поломках отдельных деталей, например подвески. Могут повреждаться также элементы корпуса автомоделей.

Замена этих деталей требует значительных финансовых и временных затрат, поэтому поиск решения этих задач актуален и востребован.

Для решения данных задач можно рассмотреть применение 3D-моделирования и специальных 3D-принтеров [1; 2].

Печать на 3D-принтерах в настоящее время получает все большее распространение и совершенствуется быстрыми темпами. По мере того, как принтеры становятся всё дешевле и доступней для пользователей, перед технологией 3D-моделирования и печати можно ставить конкретные и практически значимые задачи.

Основными проблемами при изготовлении деталей на 3D-принтере являются: сложность создания виртуальной модели и прочность готового узла/детали, вследствие недостаточного качества материалов.

В отличие от традиционных методов создания детали метод печати на 3D-принтере практически исключает необходимость ручной обработки.

Рассмотрим возможность конкретного использования 3D-печати при изготовлении деталей действующих моделей автомобилей.

В качестве примера возьмем деталь подвески, а именно ступицу заднего колеса. На рис. 1 представлен узел подвески со ступицей заднего колеса в сборе и отдельно показана поврежденная ступица.

Причиной поломки являлся некачественный композитный пластик, концентрации напряжений в узком месте, большая ударная нагрузка во время заезда модели по пересеченной местности.

Основные этапы 3D-моделирования и печати будут включать в себя следующее.

1. Технологическая оценка узла и детали с целью улучшения прочности и надежности.

2. Изготовление чертежей данной детали (ступица заднего колеса) и внесение изменений в конструкцию не влияющие на функциональные свойства, но повышающие надежность детали.

3. Изготовление чертежей в 3D графическом редакторе (например, Компас 3D).

Пример чертежа и 3D-модели детали подвески, который выполнен в Компас 3D, показан на рис. 2.

4. Подбор полимерного материала для принтера, который бы отвечал требованиям по прочности.

5. Изготовление 3D-детали на принтере.

6. Совершенствование конструкции конкретной детали, разработка нового чертежа и 3D модели (рис. 3) и изготовление детали на 3D-принтере.



Рис. 1. Узел подвески с повреждением фрагмента ступицы заднего колеса в сборе

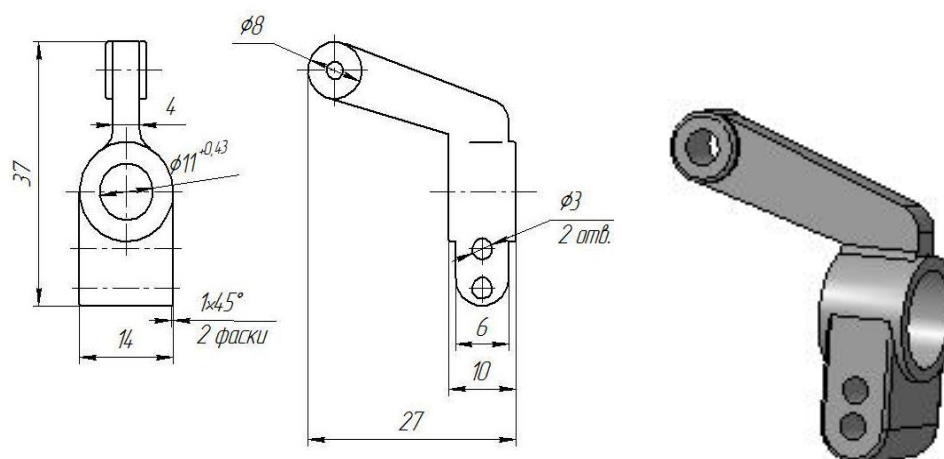


Рис. 2. Чертеж и 3D-модель ступицы заднего колеса

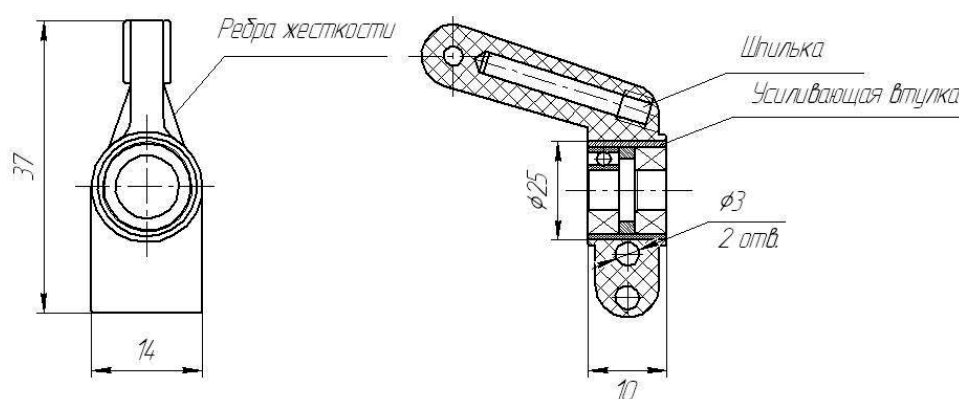


Рис. 3. Усиленная конструкция ступицы заднего колеса

Для повышения прочности и жесткости детали были добавлены ребра жесткости в опасном сечении, металлическая шпилька и усиливающая втулка.

Так как были внесены изменения в конструкцию детали, то необходимо подтвердить правильность технических решений натурными испытаниями.

Вывод: использование 3D принтера при изготовлении узлов и агрегатов, а также дальнейшее их совершенствование – это выгодное технологическое решение для мелкосерийного производства.

Предлагаемую технологию можно использовать не только при изготовлении деталей для моделей, но и реальных узлов и агрегатов.

Библиографические ссылки

1. Максимова А. А. Инженерное проектирование в средах CAD. Геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3D» : учеб. пособие ; СФУ. Красноярск, 2016. 238 с.
2. Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Т. Твёрдотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, КОМПАС 3D, SolidWorks, Inventor, Creo. СПб. : Питер, 2015. 480 с.

© Титаренко А. А., Федченко В. Б., 2017

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЗАТОЧНОЙ СТАНОК*

П. Г. Колесников¹, А. А. Пешков¹, М. П. Гордеев¹, Г. Д. Моисеев²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

²Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

Представлена конструкция многофункционального заточного станка, разработанного в СибГУ им. М. Ф. Решетнева.

Ключевые слова: заточной станок, плоские ножи, дисковые пилы

MULTIPURPOSE TOOL-GRINDING MACHINE

P. G. Kolesnikov¹, A. A. Peshkov¹, M. P. Gordeev¹, G. D.² Moiseev

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Bryansk State University of Engineering and Technology
Bryansk, Russian Federation

The design of the multipurpose tool-grinding machine developed at the Reshetnev University is presented in article.

Keywords: tool-grinding machine, flat knives, circular saws.

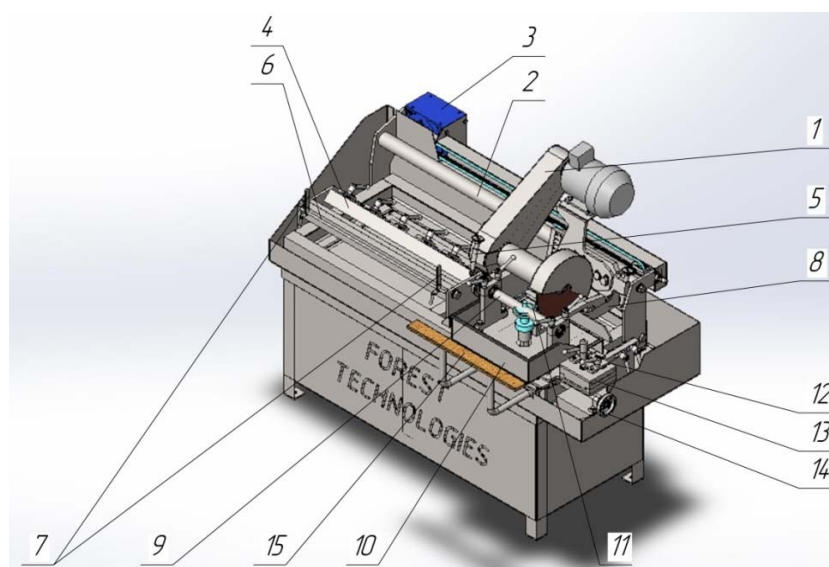
Инструменты с режущими рабочими кромками являются одними из самых распространенных для пользования в быту, ремонте и на производственных участках. Вследствие износа и истирания острая режущая кромка теряет способность рассекаать обрабатываемый материал, поэтому периодически острие подправляют ручным бруском или используют заточной станок. Несмотря на внешнюю простоту, процедура восстановления режущей кромки инструмента является относительно сложной операцией, поэтому даже опытные мастера предпочитают использовать специализированные заточные приспособления и станки.

На сегодняшний день альтернативы заточному процессу не существует. Еще не придумали химических или физических процессов, которые позволили бы свести заточные процедуры к простой технологической операции. Поэтому в мире существует большое разнообразие по конструкции заточных механических станков и автоматов, ручных приспособлений, способных с максимальной точностью восстанавливать геометрию режущей кромки.

В СибГУ им. М. Ф. Решетнева ведется процесс разработки универсального заточного станка, соответствующего потребностям регионального рынка (см. рисунок).

* Работа выполнена при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта: «Разработка универсального заточного станка».

Проектируемый универсальный заточной станок предназначен для заточки плоских ножей, фасонных ножей насадных фрез, круглых и дисковых пил, концевых фрез и сверл. Станок может быть использован на малых и средних деревообрабатывающих предприятиях, заточных участках цехов подготовки режущего инструмента. Применение оригинального конструкторского решения позволяет в одном корпусе станка сочетать несколько типов станков для заточки широкого спектра и типоразмеров режущего инструмента.



Проектируемый универсальный заточной станок

Задачей проектирования является создание многофункционального станка для обеспечения потребностей предприятий Сибирского федерального округа.

Универсальный заточной станок, предназначенный для заточки деревообрабатывающих плоских и профильных ножей и круглых пил с дополнительным приспособлением, включает суппорт с электродвигателем и двухсторонним шпинделем с шлифовальными кругами движется возвратно – поступательно по круглой направляющей с помощью цепного привода. Затачиваемый нож зажимается на ножевом столе прижимами. Величина съема металла регулируется винтовой опорой, которая скользит по направляющей. Изменения направления движения суппорта осуществляется электрическим переключателем, установленным на опоре.

Универсальный заточной станок состоит из суппорта 1 с электродвигателем и двухсторонним шпинделем с шлифовальными кругами, направляющей 2, цепного привода 3, ножевого стола 4, винтовой опоры 5, направляющей 6, концевиков 7, регулировочной опоры 8, вращающей опоры 9, двух координатного стола 10, регулировочной опоры 11, шаблона 12, шаблондержательного стола 13, регулировок 14, подручника 15.

Универсальный заточной станок работает следующим образом:

При перемещении суппорта 1 в правую часть станка, используется регулировочная опора 8. Затачиваемая фреза с профильными ножами устанавливается во вращающихся опорах 9 на двух координатном столе 10 с прямолинейными шариковыми направляющими. Нож фрезы при заточке опирается на регулировочную опору 11 расположенную на минимальном расстоянии от шлифовального круга. Регулировкой опор 8 и 11 обеспечивается получение требуемого заднего угла профильных ножей зажатых во фрезерную головку. Профилировка ножей осуществляется с помощью шаблона 12, установленного на двух координатном шаблондержательном столе 13 с возможностью

регулировки 14. Подручник 15 необходим для удобства при заточке. В зону заточки подается смазочно-охлаждающая жидкость.

Проектируемая конструкция универсального заточного станка позволяет повысить точность, качество и производительность заточки инструментов.

Возможность обработки различных с различными габаритами, формами и углами поверхностей позволяет использовать станок как универсальное оборудование.

Библиографические ссылки

1. Прототипирование при проектировании новых изделий машиностроения. Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Вып. 43. Брянск : БГИТА, 2016.

2. САЕ системы инженерного анализа в проектировании технологического оборудования лесопогрузчиков // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Вып. 43. Брянск : БГИТА, 2016.

© Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д., 2017

3D-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

П. Г. Колесников¹, А. А. Пешков¹, М. П. Гордеев¹, Г. Д. Моисеев²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

²Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

Рассмотрены современные технологии 3D-проектирования в машиностроении, основные преимущества использования 3D-технологий в лесной промышленности.

Ключевые слова: 3D-модель, проектирование, разработка конструкторской документации.

3D-TECHNOLOGIES AT DESIGN OF THE EQUIPMENT OF THE FOREST INDUSTRY

P. G. Kolesnikov¹, A. A. Peshkov¹, M. P. Gordeev¹, G. D. Moiseev²

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Bryansk State University of Engineering and Technology
Bryansk, Russian Federation

In article modern 3D-technologies of design in mechanical engineering, the main advantages of use of 3D-technologies in the forest industry are considered.

Keywords: 3D-model, design, development of design documentation

Проектирование в трехмерной среде – современный, инновационный метод разработки проектов сложных технических объектов в машиностроении.

Необходимость применения методов проектирования в трехмерной среде была продиктована современными требованиями к разрабатываемым проектам и срокам их реализации. При подготовке проектов использует системы автоматизированного проектирования: CAD-системы (Computer Aided Design – система автоматизированного проектирования), одной которых является система «КОМПАС», разработанная российской компанией АСКОН, и продукт Solid Works, компании Dassault Systèmes.

Базовое решение Solid Works – это система гибридного параметрического моделирования, которая предназначена для проектирования деталей сборок в трёхмерном пространстве с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа, также оформления конструкторской документации соответствии требованиями ЕСКД.

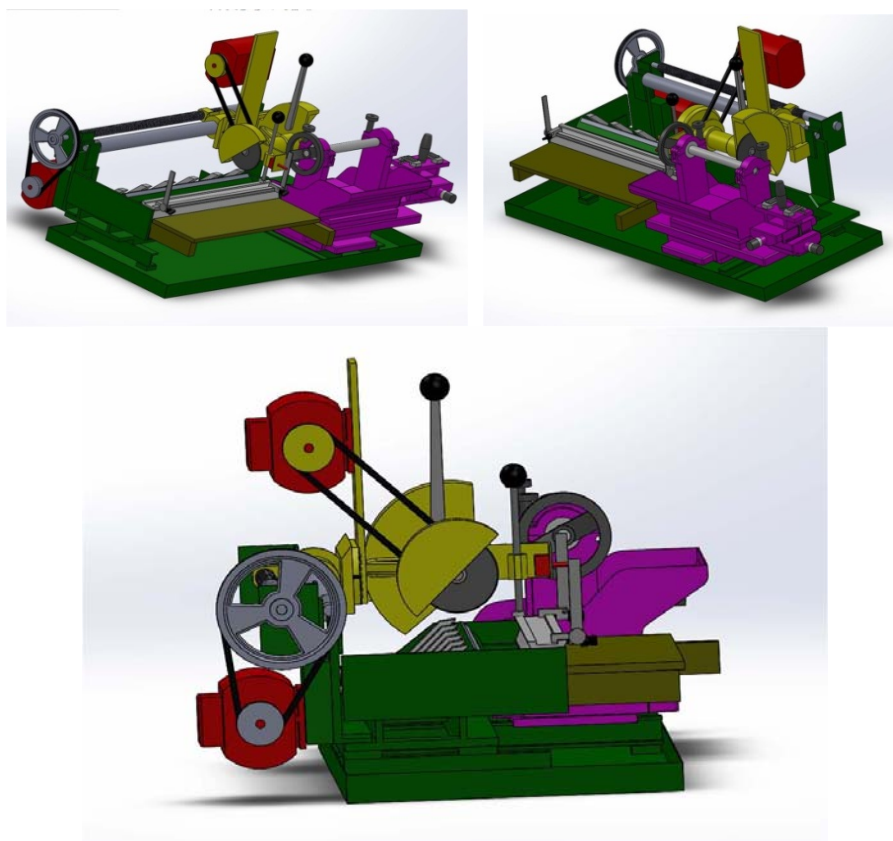
* Работа выполнена при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта: «Разработка универсального заточного станка».

Отличительными особенностями Solid Works являются:

- твердотельное поверхностное параметрическое моделирование;
- полная ассоциативность между деталями, сборками чертежами;
- экспресс-анализ прочности деталей кинематики механизмов;
- специальные средства по работе с большими сборками;
- простота освоений, высокая функциональность;
- гибкость, масштабируемость;
- 100 % соблюдение требований ЕСКД при оформлении чертежей;
- русскоязычный интерфейс документация.

При использовании технологии 3D-проектирования и моделирования проектировщики создают не набор чертежей и текстовых данных, представляющих проектируемый объект, а непосредственно трехмерную информационную модель проектируемого объекта. Модель включает в себя не только геометрические данные объекта проектирования, но и всю дополнительную информацию, связанную с объектом.

При использовании технологии 3D-проектирования и моделирования с помощью системы Solid Works нами была создана трехмерная модель универсального заточного станка (см. рисунок).



Универсальный заточной станок

Использование 3D-моделирования оборудования для лесной промышленности даёт некоторые преимущества:

- сокращение времени проектирования;
- возможность моделирования разнообразных конструктивных решений;
- возможность организации полного перечня необходимых расчетов и обоснований с использованием 3D-модели.

Библиографические ссылки

1. Маслов К. Ю., Похорукова М. Ю. 3D-моделирование в промышленной сфере // Молодой ученый. 2016. № 11.3. С. 19–22.
2. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lenmor.ru/deyatelnost/metody-proektirovaniya-i-issledovaniy/3d> (дата обращения: 23.04.2017).
3. Прототипирование при проектировании новых изделий машиностроения // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Вып. 43. Брянск : БГИТА, 2016.
4. САЕ системы инженерного анализа в проектировании технологического оборудования лесопогрузчиков. Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Вып. 43. Брянск : БГИТА, 2016.

© Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д., 2017

МАЛОЕ ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО СЕКТОРА*

П. Г. Колесников¹, А. А. Пешков¹, М. П. Гордеев¹, Г. Д. Моисеев²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

²Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

Рассмотрены вопросы функционирования малых инновационных предприятий на примере МИП ООО «Форест технолоджис», созданного при соучредительстве СибГУ им. М. Ф. Решетнева.

Ключевые слова: малое инновационное предприятие, университет, инновационное развитие.

SMALL INNOVATIVE ENTERPRISE AS DRIVER OF DEVELOPMENT OF THE MANUFACTURING SECTOR

P. G. Kolesnikov¹, A. A. Peshkov¹, M. P. Gordeev¹, G. D. Moiseev²

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Bryansk State University of Engineering and Technology
Bryansk, Russian Federation

Summary: In article questions of functioning of the small innovative enterprises on the example of MIP "Forest Technologies" created at with an uchreditelstvo of Reshetnev University are considered.

Keywords: small innovative enterprise, university, innovative development.

Переход от экономики «сырьевого» типа к инновационной экономике, то есть экономике высоких наукоемких технологий, основанной на научных достижениях, является в настоящее время для России одним из стратегических национальных приоритетов.

Лесной сектор экономики России все больше сталкивается с необходимостью адекватного реагирования на глобализацию рынков, применение новых технологий, усиление конкуренции, ужесточение экологических требований.

В наши дни в деревообрабатывающей отрасли приоритетным направлением является создание современного отечественного оборудования для производства нетоксичных древесных плит, фанеры с улучшенными специальными свойствами, специфицированных пиломатериалов с нормируемой влажностью, изделий деревообработки для

* Работа выполнена при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта: «Разработка универсального заточного станка».

строительства, конкурентоспособной мебели, экологически чистых деревянных стандартных домов.

Развитие лесной промышленности базируется на научных исследованиях, направленных на создание современных технологических процессов и оборудования, способных обеспечить конкурентоспособность отечественной продукции.

Красноярский край, на долю которого приходится 20,3 % всего лесного покрова России, является одним из ведущих регионов по лесным запасам и по уровню запасов деловой древесины. И на сегодняшний день перед отраслью стоит задача – увеличивать объемы переработки леса. Это значит, что региону необходимы новые технологии, новое оборудование.

В Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева (СибГУ им. М. Ф. Решетнева) – опорном университете Красноярского края – создано малое инновационное предприятие Forest Technologies, разрабатывающее и производящее высокоточные станки для деревообрабатывающей отрасли.

В настоящее время штат предприятия состоит из шести человек – двух преподавателей и четырёх магистрантов вуза. Как рассказал руководитель малого инновационного предприятия Павел Колесников, потребность в выпуске обрабатывающей техники для лесной отрасли обусловлена широким спросом, а по результатам анализа рынка была выделена необходимость в производстве универсально-заточных и фрезерных станков.

Станки производства Forest Technologies разработаны на основе новейших научно-технологических подходов с привлечением ведущих ученых опорного университета. В конструкцию каждого станка включены инновационные технические решения, позволяющие значительно повысить производительность и качество выполняемых работ. Универсальность, многооперационность и широкий типоразмерный ряд позволят получить максимальный экономический эффект, значительно снизить срок окупаемости оборудования.

В настоящее время сотрудниками малого инновационного предприятия изготовлено 3 прототипа, ведется разработка проектной документации типоразмерного ряда станков. В планах компании к декабрю 2018 года выпустить 100 единиц высокотехнологичной продукции. По сравнению с российскими и зарубежными аналогами инновационное оборудование, разработанное красноярскими инженерами, будет иметь улучшенные технические характеристики, а также меньшую стоимость.

Кроме того, предприятие Forest Technologies будет осуществлять гарантийный ремонт оборудования, что особенно актуально для предпринимателей, работающих в удаленных территориях. При этом к проведению сервисного обслуживания высокотехнологичных станков будут привлекаться студенты и магистранты СибГУ им. М.Ф. Решетнева, которые получают опыт практической работы.

«Потребность в выпуске обрабатывающей техники для лесной отрасли обусловлена широким спросом. По результатам анализа рынка была выделена необходимость в производстве универсально-заточных и фрезерных станков», – комментирует Павел Колесников, руководитель проекта.

Библиографические ссылки

1. Инновации. Источники инновационных возможностей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.projects.innovbusiness.ru/content/> (дата обращения: 20.04.2017).
2. URL: http://chelt.ru/2005/3-05/dezgina_3-05.html (дата обращения: 20.04.2017).

© Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д., 2017

СХЕМЫ ЗАТОЧКИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА*

П. Г. Колесников¹, А. А. Пешков¹, М. П. Гордеев¹, Г. Д. Моисеев²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, г. Красноярск

²Брянский государственный инженерно-технологический университет
Российская Федерация, г. Брянск

Рассмотрены схемы и процессы заточки деревообрабатывающих фрез

Ключевые слова: заточка инструмента, деревообрабатывающие, фрезы ножи

SCHEME OF SHARPENING OF THE WOODCUTTING TOOL

P. G. Kolesnikov¹, A. A. Peshkov¹, M. P. Gordeev¹, G. D. Moiseev²

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Bryansk State University of Engineering and Technology
Bryansk, Russian Federation

In article schemes and processes of sharpening of woodworking mills are considered

Keywords: sharpening of the tool, woodworking, mills knives

При заточке зубьев деревообрабатывающих фрез должны быть восстановлены режущие свойства инструмента (первоначальная микрогеометрия без изменения его профиля). Необходимая производительность заточки, требуемое качество режущей кромки и затачиваемых поверхностей зависят от выбора типа абразивного круга, установки круга на шпинделе заточного станка, установки затачиваемой фрезы относительно абразивного круга, выбора режимов заточки.

Установка фрезы определяется в основном формой задней поверхности зуба.

Фрезы с криволинейной задней поверхностью затачивают всегда по плоской передней грани. Фрезы с прямолинейной задней поверхностью можно затачивать как по передней, так и по задней грани. Обычно профильные насадные фрезы с прямолинейной задней поверхностью затачивают по передней (см. рисунок, *а*), а пазовые и сборные фрезы – по задней грани зубьев (см. рисунок, *б*). Для сохранения заданных углов зубьев требуется тщательно устанавливать затачиваемую фрезу относительно шлифовального круга.

При заточке зуба насадной фрезы по передней грани фрезу устанавливают на оправке в центрах заточного станка так, чтобы ее ось была параллельна рабочей поверхности круга и смещена на расстояние α (мм), рассчитываемое по формуле

* Работа выполнена при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта: «Разработка универсального заточного станка».

$$\alpha = D \sin \gamma / 2,$$

где D – диаметр фрезы, мм; γ – передний угол 35° .

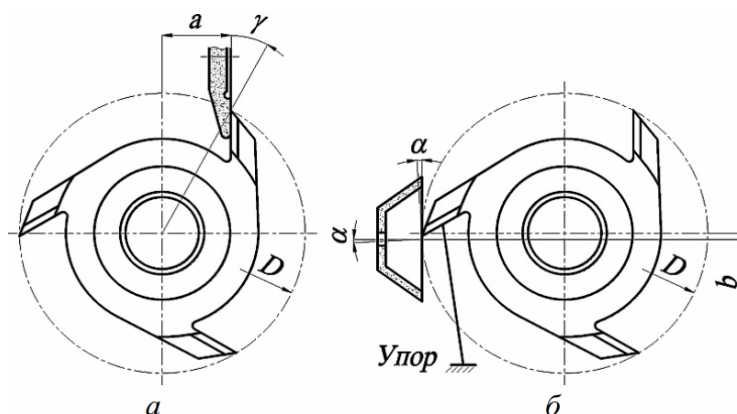


Схема заточки зубьев фрезы:

a – по передней поверхности; b – по задней поверхности

Для заточки зубьев по задней поверхности фрезу устанавливают на оправке в делительной головке, так чтобы ее ось была параллельна рабочей поверхности круга. Вершину затачиваемого зуба смещают относительно оси фрезы на расстояние b (мм), определяемое по формуле

$$b = D \sin \alpha / 2,$$

где α – задний угол 15° .

Правильный выбор режимов заточки и доводки обеспечивает необходимую остроту режущих кромок, шероховатость граней и неизменность структуры инструментального материала. Рекомендуется после заточки дать несколько продольных проходов без поперечной подачи (выхаживание) до пропадания искр от абразивного круга. После заточки режущие кромки следует заправить оселком с целью удаления заусенцев.

При изготовлении фрез для их дальнейшей эксплуатации большое значение имеет число возможных переточек инструмента. Обычно делается запас на число переточек фрезы $m \approx 1,5 \dots 1,6$ мм.

За одну переточку снимается слой лезвия толщиной $\Delta \approx 0,1 \dots 0,2$ мм.

Тогда число возможных переточек будет равно

$$N = m / \Delta.$$

Подставив значения в формулу, получим число возможных заточек $N \approx 8 \dots 16$.

Библиографические ссылки

1. ОСТ 980–80. Пилы круглые плоские для продольной распиловки древесины*.
2. ОСТ 11290–80. Фрезы дереворежущие дисковые пазовые.
3. ОСТ 22749–77. Фрезы четырехзубые*.

© Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Моисеев Г. Д., 2017

* Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А. Н. Клишта, В. Б. Федченко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Для определения ресурсов шарнирных соединений технологического оборудования лесозаготовительной техники необходимо знать интенсивность изнашивания данных узлов трения. Для этого рассмотрены условия работы шарнирного соединения. Выведены математические зависимости для определения контактных давлений, путем трения вала и втулки шарнирного соединения. На их основании предлагаются уравнения, позволяющие определить интенсивность изнашивания вала и втулки шарнирного соединения. Используя предлагаемые уравнения можно определить ресурс данных узлов трения на стадии проектирования.

Ключевые слова: изнашивание, узлы трения, шарнирные соединения, контактные давления, проектирование узлов трения.

DETERMINATION OF WEAR RATE OF FRICTION UNITS OF FOREST MACHINES AT THE DESIGN STAGE

A. N. Clista, V. B. Fedchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Determine the resources articulated joints of technological equipment forestry equipment it is necessary to know the wear rate data of friction. To do this, the working conditions swivel. Derived mathematical relationships for determining the contact pressure, by the friction shaft and bushing swivel. On the basis of equations allowing to determine the wear rate of shaft and bushing swivel. Using the proposed equation it is possible to determine the resource data of friction at the design stage.

Keywords: wear, friction, swivel, contact pressure, design of friction units.

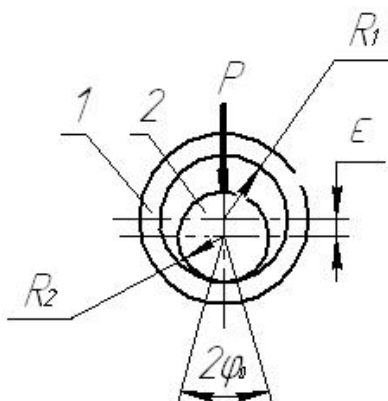
В литературе известны основные положения по расчету подшипников скольжения при различных условиях [1]. Шарниры многооперационных машин, работающих при знакопеременных нагрузках и возвратно-вращательного движения можно рассматривать как особый случай нагружения подшипников скольжения.

В современных многооперационных машинах шарнирные соединения гидроманипуляторов, работающих с высокими скоростями, испытывают значительные динамические нагрузки, превышающие в большинстве случаев допустимые по заданному. Поэтому на этапах проектирования и изготовления необходимо знать действительные нагрузки в шарнирных соединениях, определяющие процесс изнашивания.

Для этого за основу примем математическую зависимость изменения контактных давлений в подшипниках скольжения.

$$P(\varphi) = P_m \left[1 - \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

где P_m – максимальное значение контактного давления, МПа; φ – текущее значение полуугола дуги контакта, рад; φ_0 – полуугол дуги контакта, рад.



Расчетная схема узла трения:
1 – втулка; 2 – вал

Максимальное значение контактного давления определяется по формуле

$$P_m = \frac{2 * P_0}{\pi * R_1} * (1 / \sin \varphi_0) \quad (2)$$

где P_0 – нагрузка на единицу длины, Н/м; R_1 – радиус втулки, м.

В дальнейшем цифрой 1 будем обозначать параметры процесса трения втулки, цифрой 2 – вала. В виду особенностей физики процесса возвратно-вращательного движения в шарнирном соединении контактное давление в центральной точке втулки будет постоянным и равняется максимальному значению контактного давления

$$P_1 = P_m \quad (3)$$

Тогда контактное давление в центральной точке дуги контакта вала, в зависимости от угла качания α , будет определяться по формуле

$$P_2(\alpha) = P_m \left[1 - \left(\frac{\alpha}{2 * \varphi_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Для определения среднего контактного давления вала разобьём путь трения центральной точки дуги контакта на k дискретных значений, тогда

$$P_{2cp} = \frac{\sum_{i=1}^k \left(P_m \left[1 - \left(\frac{\alpha_i}{2 * \varphi_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right)}{k} \quad (5)$$

Как видно из предыдущих рассуждений центральная точка дуги контакта втулки испытывает большее давление, чем центральная точка дуги контакта вала.

Поэтому втулка изнашивается больше чем вал, что неоднократно подтверждается проведением микрометрических измерений износа шарнирных соединений гидроманипуляторов лесозаготовительных и строительных машин, выполняемых при ремонте.

Чтобы определить интенсивность изнашивания шарнирного соединения необходимо знать пути трения обоих элементов данного узла. В зависимости от взаимного соотношения угла качения α и угла контакта $2\varphi_0$, путь трения элементов шарнирного соединения будет различный.

При этом можно выделить два случая.

1. Когда $\alpha \leq 2\varphi_0$:

Воспользуемся формулой [2] определения пути трения для втулки и вала

$$L_1 = L_2 = 2R \cdot \alpha \cdot n, \quad (6)$$

где R – радиус сопряжения, м; n – число циклов; α – угол качения, рад.

2. Когда $\alpha > 2\varphi_0$:

В данном случае пути трения центральных точек втулки и вала определяю тел:

$$- \text{ для втулки } L_1 = 2 \cdot R \cdot \alpha \cdot n; \quad (7)$$

$$- \text{ для вала } L_2 = 2 \cdot l_k \cdot n; \quad (8)$$

где l_k – дуга контакта, м.

$$l_k = R \cdot 2 \cdot \varphi_0 \quad (9)$$

Тогда L_2 можно записать

$$L_2 = 4 \cdot R \cdot \varphi_0 \cdot n. \quad (10)$$

Как видно из выражений (8) и (10) путь трения центральной точки втулки больше пути трения центральной точки вала.

Определенные таким образом контактные параметры позволяют определить интенсивность износа втулки и вала с учетом вышеприведенных случаев.

Для определения интенсивности износа воспользуемся формулой

$$J = h/L \cdot P, \quad (11)$$

где h – толщина изношенного слоя, м.

Подставляя в выражение (11) приведенные выше значения пути трения и контактного давления, получим:

Когда $\alpha \leq 2\varphi_0$:

$$- \text{ для втулки } J_1 = \frac{h_1 \cdot \pi}{4 \cdot P_0 \cdot \alpha \cdot n} \cdot \sin \varphi_0 \quad (12)$$

$$- \text{ для вала } J_2 = \frac{h_2 \cdot \kappa \cdot \pi}{4 \cdot P_0 \cdot \alpha \cdot n \sum_{i=1}^k \left[1 - \left(\frac{\alpha_i}{2\varphi_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \cdot \sin \varphi_0 \quad (13)$$

Когда $\alpha > 2\varphi_0$:

$$- \text{ для втулки } J_1 = \frac{h_1 \cdot \pi}{4 \cdot P_0 \cdot \alpha \cdot n} \cdot \sin \varphi_0 \quad (14)$$

$$- \text{ для вала } J_2 = \frac{h_2 * \kappa * \pi}{8 * P_0 * \varphi_0 * n \sum_{i=1}^k \left[1 - \left(\frac{\alpha_i}{2\varphi_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} * \sin \varphi_0 \quad (15)$$

Выведенные уравнения (12), (13), (14) и (15) можно использовать для выполнения расчетов при определении интенсивности изнашивания вала и втулки шарнирных соединений на стадии проектирования.

Библиографические ссылки

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3 т. 8-е изд., перераб. и доп. / под ред. И. Н. Жестковой. М. : Машиностроение, 2001.
2. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. М. : Машиностроение, 1977. 525 с.

© Клишта А. Н., Федченко В. Б., 2017

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ТРАКТОРНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ ГРУНТОМЕТОВ

Е. В. Фурс, Е. И. Максимов, И. С. Федорченко, Н. И. Куриленко, А. Р. Шакуро

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Приведен обзор существующих конструкций тракторных лесопожарных грунтометров. Проанализированы характерные особенности конструктивных параметров и конструкций тракторного лесопожарного грунтомета. В процессе использования таких видов конструкций можно предотвратить появления пожара или его устранить.

Ключевые слова: трактор, грунтомет, лес, пожар.

REVIEW OF CONSTRUCTIONS OF TRACTOR FIRE-FIGHTING GRANETOMETERS

E. V. Furs, E. I. Maksimov, I. S. Fedorchenko, N. I. Kurilenko, A. R. Shakuro

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In this article, an overview of the existing designs of tractor fire-fighting primers is given. The characteristic features of design parameters and designs of a tractor fire-forest primer are analyzed. During the use of such types of structures, it is possible to prevent the occurrence of a fire or to eliminate it.

Keywords: Tractor, soil meter, forest, fire.

Грунтомет

Изобретение относится к устройствам, предназначенным для тушения лесных низовых пожаров грунтом. Грунтомет обеспечивает прокладку минерализованной борозды с одновременным выбрасыванием вырезанного грунта на кромку пожара [1].

Грунтометательная машина для тушения наземных пожаров

Изобретение относится к грунтометательным машинам для тушения наземных пожаров. Цель данного изобретения повышение эффективности работы. В качестве тягача может применяться любой трактор, оборудованный задним валом отбора мощности. Во время тушения пожара с помощью кожуха можно регулировать дальность выброса грунта, что позволяет тушить огонь не приближаясь к нему [2].

Пожарный грунтомет-полосопрокладыватель

Изобретение относится к машинам для прокладки противопожарных минерализованных полос и тушения низовых лесных пожаров грунтом.

Целью изобретения является повышение эффективности работы грунтомета-полосопрокладывателя за счет удаления верхнего пожароопасного покрова, состоящего

из растительных остатков; укладки почвогрунта под регулируемым углом отклонения к направлению движения как агрегата, так и кромке огня и сосредоточения его именно в ее зоне.

Во время движения устройство в виде 2-х стороннего шнека установленного перед дисками и сдвигающего напочвенный покров от центра в левую и правую стороны, образуя открытую минерализованную полосу, в пределах которой рыхлительная лапа и диски создают два вала в виде непрерывных микроповышений из рыхлого грунта для фрез которые отбрасывают грунт в сторону пожара [3].

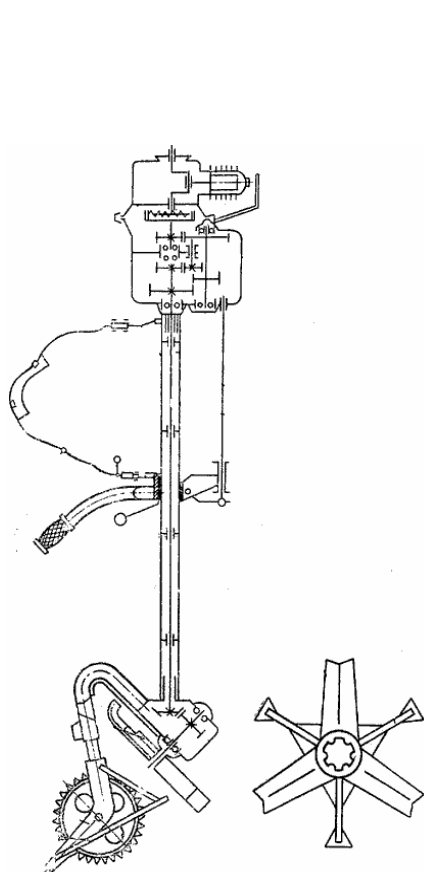


Рис. 1. Грунтомет

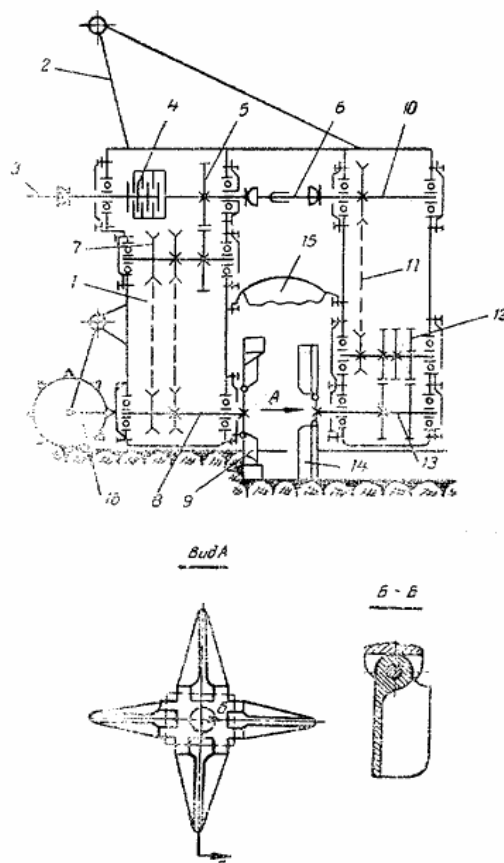


Рис. 2. Грунтометательная машина для тушения наземных пожаров

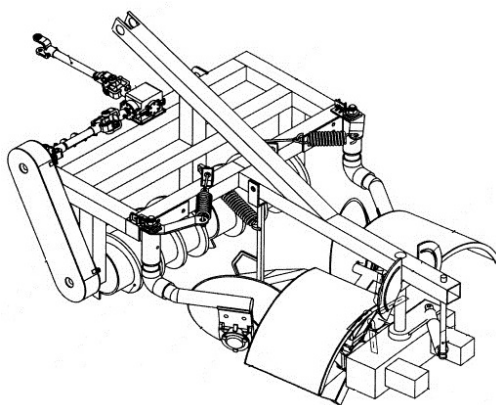


Рис. 3. Пожарный грунтомет-полосопрокладыватель

Лесопожарный агрегат

Изобретение относится к противопожарной технике и может быть использовано для тушения пожаров.

Задача, решаемая данным изобретением, заключается в повышении эффективности при тушении пожара при повышенной проходимости в лесном массиве и проходимости водных преград. Полностью снаряженный агрегат перемещается к пожару и водитель направляет его вдоль фронта пожара или на его очаг.

По окончании тушения пожара все пожарно-техническое снаряжение лесопожарного агрегата останавливают, ставят в транспортное положение и двигаются к месту дислокации.

Лесопожарный агрегат не привязан к источнику воды, работает автономно, имея достаточное количество бойцов, пожарно-технического снаряжения и воды, эффективно используя для тушения местный грунт, увлажненный огнетушащей жидкостью из лафетного ствола.

Лесопожарный агрегат с успехом может быть использован при необходимости в лесном хозяйстве, на строительстве и в военном деле [4].

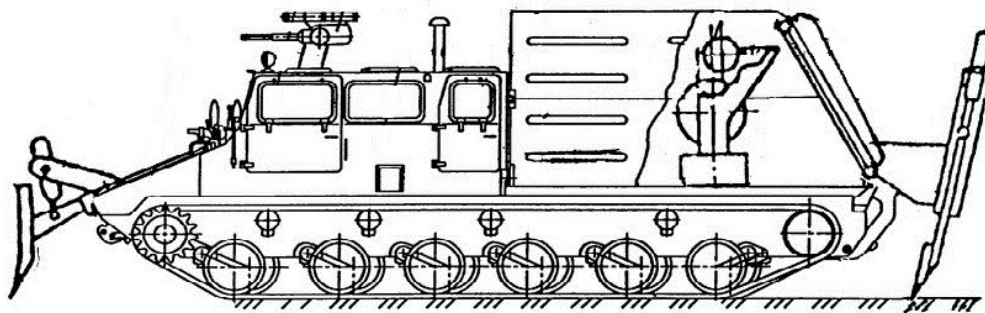


Рис. 4. Лесопожарный агрегат

Фронтальный лесопожарный грунтомет

Изобретение относится к устройствам, предназначенным для прокладки защитных минерализованных полос, а также тушения низовых пожаров грунтом, особенно в безводных лесных массивах. Снижение энергоемкости и обеспечение равномерного разбрасывания грунта по всей ширине минерализованной полосы достигается за счет выполнения рабочего органа в виде ножей-метателей.

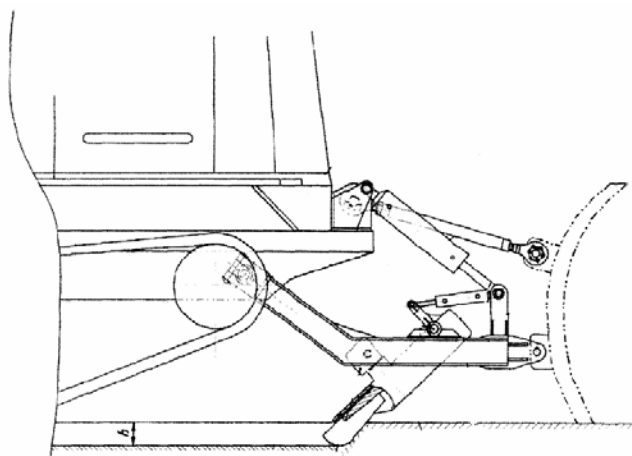


Рис. 5. Фронтальный лесопожарный грунтомет

При этом толщина стружки грунта больше, чем путь, пройденный трактором за цикл резания, что обеспечивается углом α . Метание происходит в результате придания срезанной части грунта кинетической энергии от ножей-метателей. Для направления метаемого грунта используется направляющий кожух. При встрече с препятствием рабочий орган приподнимается над ним, так как установлен шарнирно на оси качания [5].

В заключение данной статьи и приведенных в ней обзор существующих конструкций тракторного лесопожарного грунтомета можно сказать, что пожары можно как предотвратить так и предвидеть на стадии их возникновения.

Библиографические ссылки

1. Пат. № 277610. СССР. МПК Е 02f. Грунтомет / Н. П. Валдайский, А. Н. Чукичев. № 1197269/29-14. Заявл. 16.11.1967; Оpubл. 14.05.1969. Бюл. № 17.
2. Пат. № 244204. СССР. МПК В65g 31/04, Е02f 3/18. Грунтометательная машина для тушения наземных пожаров / А. А. Белов, А. Н. Чукичев, Н. И. Журавлев, Н. П. Валдайский. № 1308589/29-14. Заявл. 18.11.1969; Оpubл. 22.12.1970. Бюл. № 24.
3. Пат. № 2541987. Российская Федерация. МПК Е 02F3/18. Пожарный грунтомет-полосопрокладыватель / И. М. Бартенев, Л. Д. Бухтояров, М. В. Драпалюк, З. К. Емтыль, П. И. Попиков. № 12014103123/03. Заявл. 29.01.2014; Оpubл. 2015.
4. Пат. № 2137518. Российская Федерация. МПК А62С3/02, А01G23/00. Лесопожарный агрегат / В. М. Котиков, В. П. Шилкин, С. А. Газин, А. В. Шеляховский, В. С. Найман. № 98117525. Заявл. 17.09.1998; Оpubл. 20.09.1999.
5. Пат. № 2400274. Российская Федерация. МПК А62С27/00. Фронтальный лесопожарный грунтомет / Е. И. Максимов, И. С. Федорченко, И. В. Голубев, Д. А. Голубев. № 2009114066/12. Заявл. 13.04.2009; Оpubл. 27.09.2010. Бюл. № 27. 6 с.

© Фурс Е. В., Максимов Е. И., Федорченко И. С.,
Куриленко Н. И., Шакуро А. Р., 2017

ПОЛОСОПРОКЛАДЫВАТЕЛЬ ГРУНТОМЕТ ЛЕСОПОЖАРНЫЙ

Е. В. Фурс, Е. И. Максимов, И. С. Федорченко, Н. И. Куриленко, А. Р. Шакуро

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Приведена борьба с лесными пожарами разными способами. Чтобы снизить риск их возникновения, разрабатываются комплексы профилактических мероприятий. Одни направлены на недопущение возгораний, другие – на борьбу с огнем и его нераспространение на обширные территории. Правильно обустроенная минерализованная полоса играет в этом не последнюю роль.

Ключевые слова: трактор, грунтомет, лес, пожар.

REVIEW OF CONSTRUCTIONS OF TRACTOR FIRE-FIGHTING GRANETOMETERS

E. V. Furs, E. I. Maksimov, I. S. Fedorchenko, N. I. Kurilenko, A. R. Shakuro

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

This article shows the fight against forest fires in many ways. To reduce the risk of their occurrence, complexes of preventive measures are being developed. Some are aimed at preventing fires, others are aimed at fighting fire and its non-proliferation into vast territories. Properly equipped mineralized strip plays a significant role in this.

Keywords: tractor, soil meter, forest, fire.

Борьба с лесными пожарами требует невероятных затрат средств и ресурсов. Чтобы снизить риск их возникновения, разрабатываются комплексы профилактических мероприятий. Одни направлены на недопущение возгораний, другие – на борьбу с огнем и его нераспространение на обширные территории. Правильно обустроенная минерализованная полоса играет в этом не последнюю роль [1].

Полосопрокладыватель лесной комбинированный ПЛК-2 предназначен для прокладки минерализованных полос шириной 2000 мм. Площадь, обработанная ПЛК пригодна для высадки лесных культур. Преимуществами данного орудия перед широко распространёнными лесными плугами (ПЛ-1, ПКЛ-70) являются большая площадь обрабатываемой поверхности, способность многократно применяться по одному и тому же маршруту, а также возможность применения на маршрутах, многократно обработанных другими орудиями.

Модернизации подвергается базовая модель плуга ПЛК-2,0 с установкой на него в передней части клина и в задней части грунтомета выполненного по патенту № 2400274 [2].

Грунтомет ПГЛ-10 – позволяет увеличить удельную массу присыпки грунтом до 4–9 кг/м², шириной не менее 10 м. Профиль борозды может быть обеспечен выемкой грунта 10–20 см и шириной не менее 60 см.

Рама представляет собой сварную конструкцию и является несущим основанием для крепления сборочных единиц полосообразователя. Передняя часть рамы выполнена в виде клина, что позволяет раздвигать древесные и растительные остатки в стороны. При встрече с препятствиями клин отклоняет раму в сторону, тем самым защищая ее от ударов.



Рис. 1. Полосопрокладыватель лесной комбинированный ПЛК-2

Снизу, с правой и левой стороны рама имеет грядели, которые образуют грунто-вый валик для ротора.

Метатель предназначен для крошения и выбрасывания грунта лопатками в сторо-ну от полосы. Привод метателя осуществляется от гидромотора или вала отбора мощ-ности трактора. Метатель состоит из ротора, кожуха, стяжки, заслонки.

Ротор выполнен в виде диска с установленными на нем лопатками с эвольвентной режущей кромкой, заслонка предназначена для регулирования дальности выброса грунта за счет изменения угла ее установки.

Экспериментальный образец был изготовлен и испытан в ОАО ЭММ «НИИПОМлесхоз», что подтвердило заданные значения.

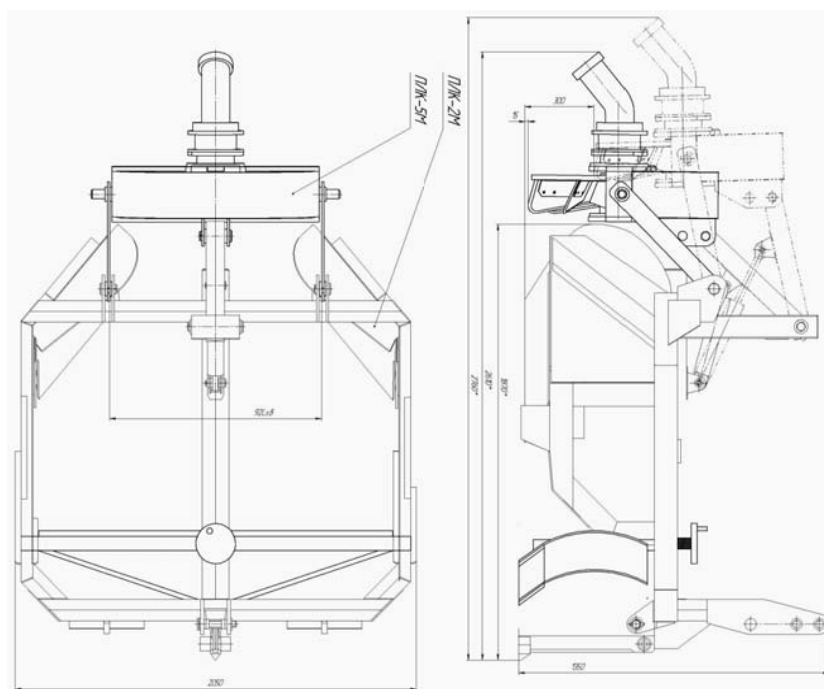


Рис. 2. Полосопрокладыватель грунтомет лесопожарный ПГЛ-10

Библиографические ссылки

1. Матвеев П. М., Матвеев А. М., Ерохина З. В. Технические средства борьбы с лесными пожарами : учеб. пособие для студ. спец. 260401 всех форм обучения ; СибГТУ. Красноярск, 1999. 72 с.

2. Пат. № 2400274. Российская Федерация. МПК А62С27/00. Фронтальный лесопожарный грунтомет / Е. И. Максимов, И. С. Федорченко, И. В. Голубев, Д. А. Голубев. № 2009114066/12. Заявл. 13.04.2009; Оpubл. 27.09.2010. Бюл. № 27. 6 с.

© Фурс Е. В., Максимов Е. И., Федорченко И. С.,
Куриленко Н. И., Шакуро А. Р., 2017

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСА

А. М. Цыпук, А. В. Родионов

Петрозаводский государственный университет
Российская Федерация, г. Петрозаводск

В Петрозаводском государственном университете разработан перспективный комплекс машин для искусственного восстановления леса в условиях интенсивного лесопользования. Базой для комплекса машин является лесопосадочный лункообразователь динамического действия типа Л-2У. Лункообразователь в агрегате с трактором заменяет собой шлейф машин: обеспечивает механизацию работ по посадке леса, посеву или обработке почвы, в зависимости от условий вырубki. Помимо лункообразователя Л-2У, в комплекс машин входят: сеялка СВУ-1,2 и корнеподрезчик ПК-1,2, которые предназначены для выращивания в лесных питомниках укрупненных сеянцев с открытой корневой системой.

Ключевые слова: лесовосстановление, комплекс машин, лункообразователь, сеялка, корнеподрезчик, интенсивное лесопользование.

PERSPECTIVE COMPLEX OF MACHINES FOR REFORESTATION

A. M. Tsypouk, A.V. Rodionov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russian Federation

Petrozavodsk State University has developed promising complex of machines for reforestation in conditions of intensive forest management. Dynamic holemaker L-2U is a base of this complex of machines. Holemaker aggregated with the tractor replaces the bundle of machines: it provides mechanization of forest soil preparation for planting of seedlings, sowing or soil preparation, depending on forest side conditions. Complex of machines includes also seeder SVU-1,2 and root-cutter the PK-1,2, designed for growing enlarged seedlings with open root system in the forest nurseries.

Keywords: forest regeneration, complex of machines, holemaker, seeder, root-cutter, intensive forest management.

Истощение доступных эксплуатационных лесов России приводит к необходимости развития интенсивного лесопользования и активизации искусственного лесовосстановления (т. е. посева и посадки леса) [1].

При этом успешность воспроизводства лесных ресурсов (т. е. выращивание насаждений необходимого породного состава) зависит не только от способа лесовосстановления, но и от объема и качества последующих рубок ухода за лесными молодняками.

По данным Рослесхоза, ежегодно в России сплошные рубки леса проводятся на площади порядка 1 млн. га, при этом работы по лесовосстановлению в 2016 г. были выполнены на общей площади 781,1 тыс. га, из них только 195,7 тыс. га – искусственное и комбинированное лесовосстановление (т. е. примерно 25 % от площади рубок).

В 2012–2015 гг. суммарная площадь рубок ухода в молодняках в среднем составила 300 тыс. га в год, что почти в 2,5 раза ниже, чем площадь лесовосстановления. Рубки ухода в более старших насаждениях не превысили 70 % от площади лесовосстановления, что также многократно ниже необходимого.

Результатом такой практики является сокращение в РФ площадей ценных хвойных насаждений, при формальном обилии лесов [1; 2].

По опыту таких стран-лидеров в лесном хозяйстве как Финляндия и Швеция, интенсификация использования и воспроизводства лесов невозможна без существенного (в 3–4 раза) увеличения объемов работ по искусственному восстановлению лесов и уходу за молодняками.

По нашей оценке, применение лесопользователями известных машин для подготовки почвы на вырубках (дисковые покровосдиратели типа ПДН-1, Враске и пр.) в сочетании с ручной посадкой под меч Колесова или посадочную трубу не обеспечит необходимые объемы и качество лесовосстановительных работ в условиях интенсификации. По опыту Финляндии, применение более сложных и дорогих машин также не даст скачка производительности лесовосстановительных работ.

Не следует также забывать о необходимости резкого увеличения объемов ухода за посадками, без которых вложенные в лесные культуры деньги можно считать потраченными впустую. В настоящее время в РФ такие уходы выполняются преимущественно с применением моторизованного инструмента (ручных мотокусторезов); существенное увеличение таких уходов сдерживается в том числе дефицитом необходимой рабочей силы и неразвитостью сети лесных дорог [3].

В этих условиях необходимо искать технологии и машины, которые не только сократят затраты времени и труда при создании лесных культур, но и позволят снизить потребность в последующих уходах за культурами.

В Петрозаводском государственном университете (ПетрГУ) творческим коллективом под руководством Заслуженного деятеля науки Республики Карелия, профессора Цыпука А. М. совместно со специалистами Института леса Карельского научного центра РАН разработан перспективный комплекс машин и технологий для интенсивного восстановления лесов на вырубках в условиях таежной зоны России. Базовой машиной этого комплекса является лесопосадочный лункообразователь динамического действия типа Л-2У [4; 5].

Лункообразователь Л-2У заменяет шлейф лесовосстановительных машин: обеспечивает механизацию работ по посадке леса, посеву или обработке почвы, в зависимости от условий вырубки [5]. Агрегатируется с гусеничными или колесными тракторами (в т. ч. лесохозяйственной модификацией трактора ТЛТ-100), оснащенными задней навесной системой, механическим валом отбора мощности или гидромотором.

Применение лункообразователя Л-2У позволяет механизировать процесс подготовки посадочных мест (лунок) под лесные культуры на нераскорчеванных вырубках. Посадка под лункообразователь Л-2У крупномерных сеянцев или саженцев также дает возможность радикально сократить количество последующих лесоводственных уходов.

Основное назначение лункообразователя Л-2У – подготовка лунок глубиной до 23 см для посадки саженцев и укрупненных сеянцев, норма посадки для которых снижена до 2500 шт./га по сравнению с 4000 шт./га для обычных сеянцев. Для подготовки лунок под обычные сеянцы (глубиной до 16 см) лункообразователь комплектуется сменными рабочими органами. Л-2У можно использовать для посадки леса сеянцами и саженцами с открытой или закрытой корневой системой.

Лункообразователь оснащается высевающим приспособлением Л-2УС обеспечивающим поверхностную обработку почвы удалением подстилки полосами шириной 30, 40 и 50 см и посев лесных семян [5].

Применение Л-2У для подготовки посадочных мест (лунок) снижает затраты энергии по сравнению с машинами, образующими в почве непрерывную борозду примерно в 3 раза, что обеспечивает значительную экономию топлива на лесовосстановительных работах. В лесных условиях выяснилось, что при работе в тяжелых почвенных условиях бака трактора, работающего с машиной для непрерывной подготовки почвы, хватает примерно на день, в нормальных условиях – до 3-х дней; при работе трактора в агрегате с лункообразователем бака топлива хватает на неделю.

Производительность труда при посадке сеянцев и саженцев в лунки, подготовленные Л-2У, повышается в 2,5–3 раза по сравнению с ручными инструментами: норма выработки при посадке под меч Колесова составляет 800–900 шт. в горных условиях – не выше 500 шт.), при посадке под лункообразователь – 1800–2800 шт. в смену [5]. При применении Л-2У возможна комбинированная посадка – сочетание на вырубке саженцев или укрупненных сеянцев (т. н. «крупномера») с обычными сеянцами. Для таежных условий РФ рекомендуемое соотношение крупномера и обычных сеянцев на вырубке – в среднем 2:1.

В ПетрГУ разработан комплект машин, состоящий из сеялки вибрационной СВУ-1,2 и корнеподрезчика ПК-1,2, для выращивания в лесных питомниках укрупненных сеянцев с открытой корневой системой [4]. Посадка укрупненных сеянцев под Л-2У сокращает затраты на восстановление леса и радикально снижает затраты на уход за посадками.

Сеялка СВУ-1,2 предназначена для разбросного (сплошного) и широкострочного посева семян хвойных пород с целью получения крупномерного посадочного материала (укрупненных сеянцев) без разреженной пересадки сеянцев (перешколивания). Сеялка за один проход выравнивает поверхность поля, рыхлит почву на глубину заделки семян, уплотняет посевное ложе, распределяет семена разбросным или широкострочным способом, заделывает семена почвой; может также проводить полное или частичное уплотнение почвы над семенами [4].

Выход укрупненного посадочного материала с 1 га при использовании сеялки СВУ-1,2 повышается в 2,6 раза по сравнению с рядовыми сеялками. На 1 га питомника можно выращивать 1 млн. шт. крупномера, т. е. в 4 раза больше, чем при выращивании саженцев в «школе» по традиционной технологии. Экономия семян при посеве под сеялку СВУ-1,2 также может быть весьма значительна: 30 кг/га против 70 кг/га по традиционной технологии (т. е. расход семян в 2,5 раза меньше).

Корнеподрезчик ПК-1,2, состоящий из передних вертикальных и задних горизонтальных ножей, предназначен для формирования корневой системы укрупненных сеянцев с открытой корневой системой, при их выращивании без перешколивания [4].

Исследования приживаемости и хода роста лесных культур, созданных посадочным материалом (однолетние сеянцы) с закрытой корневой системой под лункообразователь Л-2У, выполненные учеными Института леса Карельского научного центра РАН и ПетрГУ, подтвердили возможность успешного использования Л-2У для лесовосстановления с применением такого материала (подробнее – см. работу [6]).

В 1988 г. в Юркостровском лесничестве (Кондопожский район Республики Карелия) были заложены опытные лесные культуры ели путем посадки саженцами высотой 20–40 см с открытой корневой системой в лунки, подготовленные лункообразователем. При каменистости почвы около 50 %, лункообразователь на нераскорчеванной вырубке обеспечил подготовку качественных лунок для создания культур с густотой 4,5 тыс. шт/га. Следует отметить, что для создания лесных культур достаточно подготовить 2,0–3,0 тыс. шт/га качественных посадочных мест, с чем лункообразователь легко справляется за 1 час рабочего времени.

Наблюдения за развитием опытных культур в Юрковском лесничестве ведут специалисты Института леса Карельского научного центра РАН, под руководством доктора с.-х. наук А. И. Соколова.

По данным А. И. Соколова, лесные культуры выращивались все эти годы без агротехнических и лесоводственных уходов, сохранность культур к настоящему времени составляет около 90 %. Уже к 11-му году жизни культуры не уступали по высоте листовым породам (береза, осина), растущим на контрольном участке с естественным лесовозобновлением.

По оценке А. И. Соколова, лункообразователь может найти применение при создании лесных культур с использованием крупномерного посадочного материала на злаковых вырубках, для обработки почвы под содействие естественному возобновлению леса и механизированного посева на вырубках из-под сосняков лишайниковых, вересковых и брусничных, а также на влажных почвах для создания культур посадкой по пластам. При замене рабочих органов (игл) на меньший размер Л-2У может применяться для подготовки лунок для посадки семян.

Выполненные в ПетрГУ расчеты показали, что применение лункообразователя Л-2У для механизации подготовки лунок повышает производительность труда в 2,4 раза по комплексу выполняемых работ «подготовка почвы – посадка» по сравнению с ручной посадкой под меч Колесова в условиях каменистых почв, что снижает потребность в рабочей силе (особенно – в «сезонных» сажальщиках) в 1,5 раза [7].

Представленный комплекс машин и технологий для восстановления леса обеспечивает государству и многочисленным лесопользователям технологическую основу для эффективной механизации воспроизводства лесов в условиях интенсификации лесопользования. С рекомендациями по практическому применению предлагаемого комплекса в различных условиях можно ознакомиться в работах [5; 7].

Применение разработанного в ПетрГУ комплекса машин на базе лункообразователя Л-2У позволяет: снизить расходы бюджета и бизнеса на восстановление леса; снизить затраты труда и времени на восстановление леса; повысить долю лучших отечественных машин в лесу; реализовать идею интенсификации лесопользования.

Библиографические ссылки

1. Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов ; СПбНИИЛХ. СПб., 2015. 16 с.
2. Ежегодный доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2012 год. М., 2012. 123 с.
3. Лопатин Е. Методика выявления лесных участков, наиболее перспективных для ведения интенсивного устойчивого лесного хозяйства // Устойчивое лесопользование. 2016. № 2. С. 16–24.
4. Цыпук А. М. Повышение эффективности лесовосстановительных работ ресурсосберегающей технологией : дис. ... д-ра техн. наук ; ПетрГУ. СПб., 1996. 299 с.
5. Рекомендации по восстановлению леса на вырубках с использованием лункообразователя Л-2У / А. В. Родионов [и др.] ; ПетрГУ. Петрозаводск, 2006. 52 с.
6. Опыт реконструкции листовых малоценных молодняков без обработки почвы в условиях Южной Карелии / О. И. Гаврилова [и др.] // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2008. № 2. С. 75–79.
7. Родионов А. В. Рубка и восстановление леса на основе ресурсосберегающей технологии. М. : Флинта : Наука, 2006. 276 с.

© Цыпук А. М., Родионов А.В., 2017

ОПИСАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩИХ МАШИН ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКЕ

В. Н. Коршун, Н. В. Шмарин, А. А. Карелина

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Представлено описание, функций и основные задачи валочно-пакетирующих машин при лесозаготовке.

Ключевые слова: валочно-пакетирующая машина, функции, задачи, лесозаготовка.

DESCRIPTION AND APPLICATION OF FIBER-BAKING MACHINES FOR FOREST MANAGEMENT

V. N. Korshun., N. V. Shmarin, A. A. Karelina

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The article describes the description, functions and main tasks of feller bunchers in logging operations.

Keywords: feller buncher, functions, tasks, forestry.

Лесную промышленность можно назвать одной из старейших отраслей по добыче конструкционных материалов, это неотъемлемый и трудоёмкий процесс, он состоит из заготовки древесины, транспортировки и её первичной обработки.

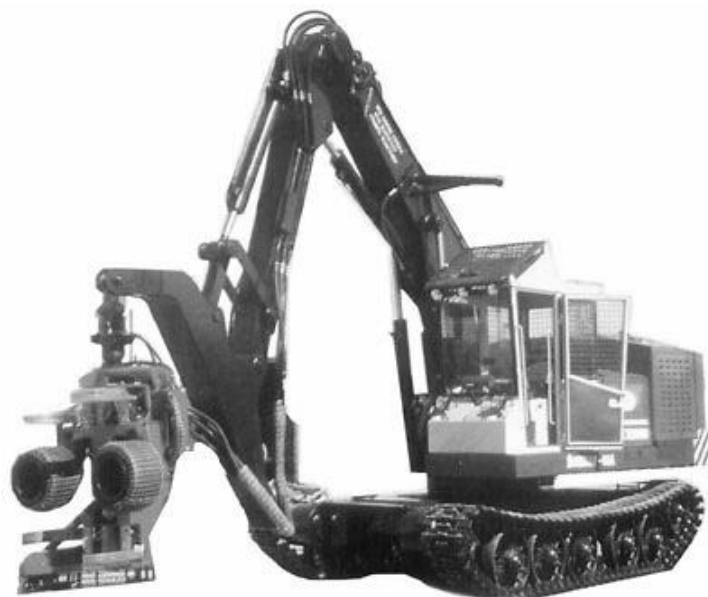
Однако во избежание нанесения значительного вреда и в целях сохранения леса, следует относиться к нему бережно и с умом подходить к данному виду промышленности. В первую очередь необходимо определиться с участком леса, на котором будет происходить добыча древесины, такой участок называется лесосека, после начинается непосредственно срубания либо спиливания деревьев и в дальнейшем транспортировка.

На сегодняшний день, представлен большой выбор спецоборудования и техники для лесной промышленности.

Примером такой техники могут послужить специальные машины, которые называются валочно-пакетирующие, одна из наиболее распространенных на территории нашей страны, валочно-пакетирующая машина ЛП-19 (см. рисунок).

Валочно-пакетирующие машины, это самоходные машины, предназначенные для выполнения лесозаготовительных работ, они оснащены специальным оборудованием для выполнения таких операций как резка, и направленная валка деревьев, для их дальнейшей транспортировки. Могут применяться для сплошной либо выборочной рубки. В связи с условиями работы, в большинстве случаев в обстановке бездорожья, почти все модели валочно-пакетирующих машин имеют гусеничное шасси.

Классифицировать данные машины можно следующим образом: гусеничные, колесные, шагающие. Также классифицируются по направлению манипуляций технологического оборудования: полноповоротные, фронтальные и фланговые.



Валочно-пакетирующая машина ЛП-19 с харвестерной головкой SP-650

Валочно-пакетирующие машины обладают такими преимуществами как: высокая производительность, простота эксплуатации, хорошая проходимость. Постоянно выпускаются всё новые и новые модификации, активно ведётся работа по повышению производительности.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://lesotehnika.com/statya/index.html> (дата обращения: 20.04.2017).
2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-valочно-paketiruyuschih-mashin-na-lesozagotovkah> (дата обращения: 20.04.2017).
3. URL: <http://www.priroda.ru/regions/forest/> (дата обращения: 20.04.2017).
4. URL: <http://ospectehnike.ru/valочно-paketiruyuschaya-mashina> (дата обращения: 20.04.2017).

© Коршун В. Н., Шмарин Н. В., Карелина А. А., 2017

УСТРОЙСТВО ДЛЯ БОКОВОЙ СКАРИФИКАЦИИ СЕМЯН КЕДРА СИБИРСКОГО

Н. И. Куриленко, В. А. Иванов

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассматривается сложность естественного прорастания семян кедра сибирского, а также приведено описание нового устройства для скарификации.

Ключевые слова: семена кедра, всхожесть, скарификация, способ, качество.

DEVICE FOR LATERAL SKRARIFICATION OF SEEDS OF CEDAR SIBERIAN

N. I. Kurilenko, V. A. Ivanov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In this paper, the complexity of the natural germination of Siberian stone pine seeds is considered, and a description of a new device for scarification is also given.

Keywords: cedar seeds, germination, scarification, method, quality.

В настоящее время большинство площадей кедровых лесов вырубаемых, или после пожаров, естественным путем не восстанавливается или возобновляется в неприемлемые сроки. Поэтому кедр необходимо восстанавливать искусственным путем.

В природе опавшие осенью семена подвергаются воздействию зимних переменных температур, от низких положительных до больших отрицательных. Оболочка семени постепенно разрушается, внутрь проникает влага, и весной, при наступлении постоянных положительных температур, семя прорастает.

Вследствие длительного и сложного процесса прорастания семян кедра сибирского в настоящее время, показатель всхожести остается низким, что в свою очередь требует применять предпосевную подготовку семян для обеспечения высоких показателей всхожести.

Существуют различные способы подготовки семян к посеву, такие как стратификация, промораживание, скарификация, намачивание, обработка регуляторами роста и другие.

Так как семена кедра сибирского имеют довольно труднопроницаемую для воздуха и воды оболочку преимущественно применяют способ механического воздействия, скарификации семян.

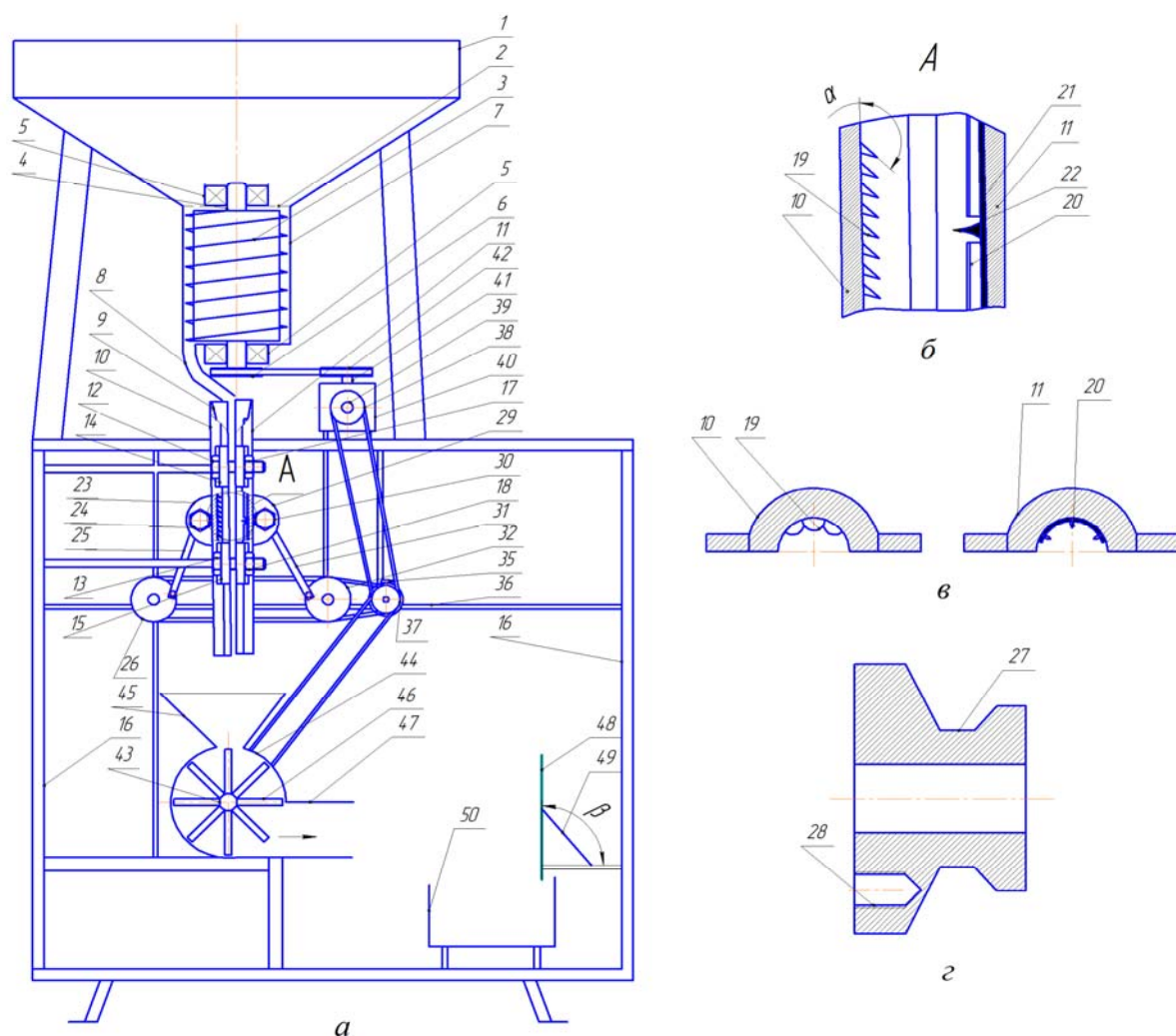
Термин «скарификация» образован от латинского «scarifico», что означает «царапаю», «надрежаю». Скарификация семян означает поверхностное повреждение оболочек твердосемянных растений с целью их подготовки к посеву и для увеличения процента всхожести. В результате оболочка семян начинают пропускать воду и воздух,

быстро набухают и прорастают, при использовании данного способа, негативное воздействие на семена минимально.

С целью проведения работ по скарификации семян кедрового ореха как сложного объекта исследования, нами было разработано новое специальное устройство способное выполнять необходимую предварительную обработку по ослаблению целостности скорлупы семян кедрового ореха, за не полный цикл работы устройства.

Полный цикл работы, универсального оборудования, позволяет проводить технологическую операцию, по очищению ореха от скорлупы и получения чистого ядра, для пищевой и медицинской промышленности.

На данное изобретение получен патент РФ № 2350231 «Устройство для разрушения скорлупы кедрового ореха» [1]. Схема и работа данного устройства приведена на рисунке.



Устройство для разрушения скорлупы кедровых орехов

Устройство работает следующим образом:

Кедровые орехи из загрузочного бункера 1 поступают через отверстия отверстие 2 на подающе-дозировующий шнек 3 установленный в корпусе 7, который вращается с помощью шкива 6 и подает орехи через направляющий желоб 8 в приемную полость 9, а далее в рабочее пространство, образованное полусферами 10 и 11, совершающие возвратно-поступательные движения путем вращения водил 26 и 32 через клиноременную

передачу от трехручьевого шкива 37 установленного на электродвигателе 35. Вращение водил 26 и 32 приводит в движение шатуны 25 и 31, которые при помощи подвижного болтового соединения 24 и 30 через крепежные проушины 23 и 29 приводят в движение полусферы 10 и 11. При прохождении орехов через рабочее пространство происходит одновременное повреждение (скарификация) боковой поверхности скорлупы, с одной стороны жесткозакрепленными ножами 19, установленные под углом α от 90 до 145° в сторону противоположную движению ореха, жестко закрепленные на внутренней стороне полусферы 10, а с другой стороны продольными ножами 20, установленными на резиновой подушке 21 для смягчения удара резания в три ряда на внутренней стороне полусферы 11. Треугольный резиновый толкатель 22 способствует продвижению орехов. Рабочий зазор для откалиброванного ореха между полусферами 10 и 11 задается с помощью регулировочных болтов 12 и 13, подвижных гаек 17 и 18 и направляющих пластин 14 и 15, которые жестко закреплены к раме 16. На этом этапе процесс скарификации заканчивается.

Далее возможна полная очистка семян от скорлупы, они попадают в приемный бункер 45 центрифуги 44, затем захватывается лопастями 46, которые придают ореху ускорение, подаются в выходное отверстие 47 центрифуги 44, что позволяет ореху с определенным усилием удариться о металлическую плиту 48. Последняя расположена под определенным углом β , который устанавливается при помощи регулировочной тяги 49 в зависимости от степени влажности раскалываемого ореха. После удара уже расколотый орех падает в приемную емкость 50.

Данное изобретение решает задачу процесса механизации разрушения скорлупы с сохранением ядер орехов, за счет ослабления целостности скорлупы путем разрушения боковой части скорлупы за счет многократного прохождения через режущие ножи, установленные на внутренней поверхности рабочих органов.

Библиографические ссылки

1. Патент № 2350231 Росси, МПК A23N5/00 (13)/C1. Устройство для разрушения скорлупы кедрового ореха / Н. И. Куриленко, В. Н. Невзоров. № 2008102306/13; заявл. 21.01.2008; опубл. 27.03.2009. Бюл. № 51.
2. Куриленко Н. И. Исследование физико-механических свойств кедрового ореха // Вестник КрасГАУ. 2010. С. 149–153.

© Куриленко Н. И., Иванов В. А., 2017

СКАРИФИКАЦИЯ СЕМЯН КЕДРА СИБИРСКОГО

А. А. Пешков, Н. И. Куриленко, В. А. Иванов

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассматривается сложность естественной всхожести семян кедра сибирского и показаны результаты всхожести семян после применения предпосевной обработки.

Ключевые слова: скарификация, семена кедра, стратификация, посев, качество.

SCARIFICATION OF SEEDS OF SIBERIAN CEDAR

A. A. Peshkov, N. I. Kurilenko, V. A. Ivanov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

This article discusses the complexity of the natural germination of Siberian cedar and shows the results of seed germination.

Keywords: scarification, the seeds of cedar, stratification, sowing, quality.

Процесс естественного возобновления сосны кедровой сибирской, или кедра сибирского, сложный и продолжительный, что требует необходимости создания оптимальных агротехнологических условий выращивания сеянцев с целью его оптимизации во времени.

Чтобы в естественных условиях этого не произошло в неблагоприятный период (в конце лета – осенью), они покрыты плотной, твердой, водонепроницаемой оболочкой. Семена кедра сибирского имеют твердую оболочку в виде скорлупы со среднестатистической толщиной в 1 мм.

В настоящее время, показатель всхожести остается низким, из-за продолжительного и сложного процесса прорастания семян, что в свою очередь требует применять предпосевную подготовку семян.

Научных работ выполненных по изучению влияния процесса скарификации на всхожесть кедрового ореха, выполнено немного, так как, в настоящее время объемы выращиваемых сеянцев обеспечиваются за счет использования большого количества семенного материала, что экономически не эффективно.

Для проведения работ по скарификации семян кедра сибирского нами было разработано новое универсальное механическое барабанно-фрезерное устройство, способное выполнять необходимую предварительную обработку по ослаблению целостности скорлупы семян кедра сибирского, за не полный цикл работы устройства.

Полный цикл работы, универсального оборудования, позволяет проводить технологическую операцию, по очищению ореха от скорлупы и получения чистого ядра, для пищевой и медицинской промышленности.

На данное изобретение получен патент РФ № 2339280 «Устройство для разрушения скорлупы кедрового ореха» [1]. Основным рабочим узлом в данном изобретении является барабанно-фрезерный механизм, схема работы которого приведена на рис. 1, на рис. 2 представлена кинематическая схема устройства.

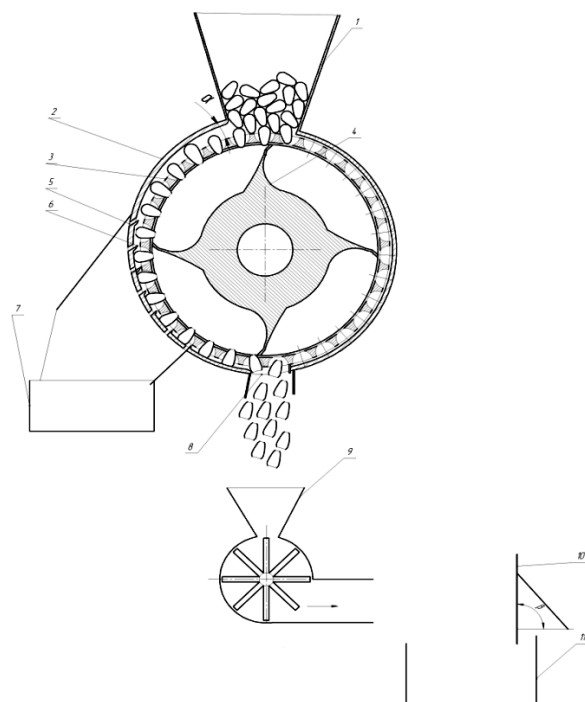


Рис. 1. Барабанно-фрезерный механизм устройства в разрезе:
 1 – загрузочный бункер; 2 – корпус; 3 – барабан с посадочными карманами; 4 – фреза;
 5 – технологические отверстия; 6 – ножи; 7 – емкость для технологических отходов;
 8 – технологическое отверстие для выхода надрезанных (скарпифицированных) семян;
 9 – разгонная центрифуга; 10 – металлическая плита; 11 – приемная емкость

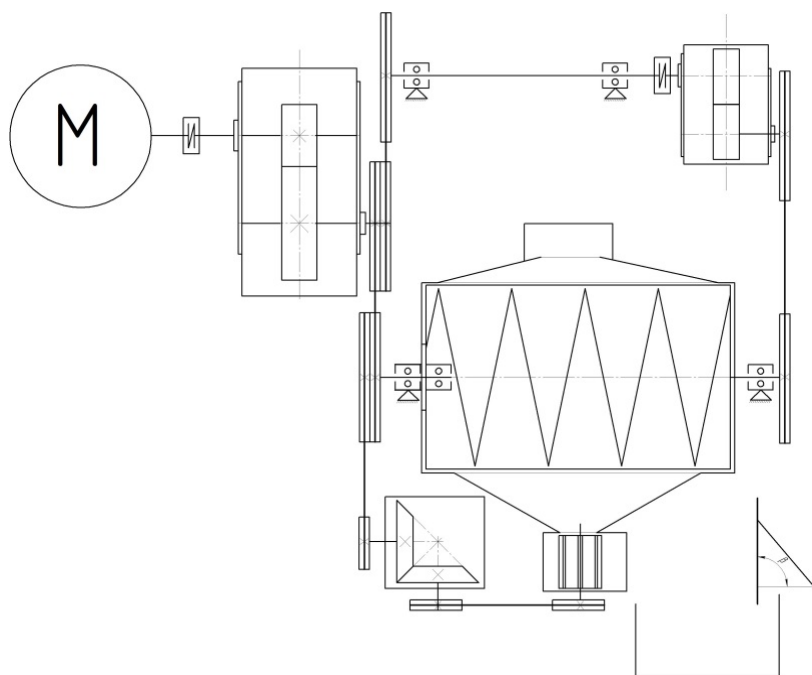


Рис. 2. Кинематическая схема устройства

Устройство работает следующим образом:

Семена кедрового (кедровые орехи) предварительно сортируются по классу, так как для посева используется орех только 1-го и 2-го класса длиной от 9 до 13 мм. И засыпаются в загрузочный бункер 1, далее поступают в посадочные карманы барабана 3, которые расположены в ряд по всей окружности барабана. Вращаясь вместе с барабаном орехи, перемещаются в направлении режущих ножей 6. При этом за счет угла α семена постепенно прижимаются к внутренней поверхности корпуса 2 и при подходе к режущим ножам 6 происходит постепенное срезание верхней части ореха. Через технологические отверстия 5 обрезанные верхние части скорлупы падают в емкость 7 для сбора технологических отходов. Одновременно происходит срезание и нижней части семян фрезой 4, которая установлена внутри барабана 3 и для обеспечения вертикальной устойчивости ореха в кармане, фреза 4 вращается в противоположном направлении относительно барабана 3. После того как орех с двух сторон был надрезан за период не полного оборота барабана 3, под действием собственной силы тяжести семена извлекаются через технологическое отверстие 8 и на этом процесс скарификации заканчивается.

Далее семена (орехи) попадают в разгонную центрифугу 9, затем разогнанный орех с определенным усилием ударяется о металлическую плиту 10, которая располагается под определенным углом, в зависимости от степени влажности ореха. И после удара орех с расколотой скорлупой падает в приемную емкость 11.

Нами был проведен эксперимент по сравнительному проращиванию трех образцов: целого ореха, надрезанного с одной стороны и надрезанного с двух сторон. Эксперимент проводили согласно установленной методике [2; 3].

И как показал результат проведенного эксперимента, первый образец остался в исходном состоянии, у второго произошло незначительное набухание, последний образец дал ростки. Проверка семян проводилась через месяц после закладки.

Проведенное исследование подтверждает эффективность применения данного метода скарификации для семян кедрового, и сокращают сроки всхожести в 3 раза. Ниже на рис. 3 показаны образцы по состоянию через один месяц проверки.

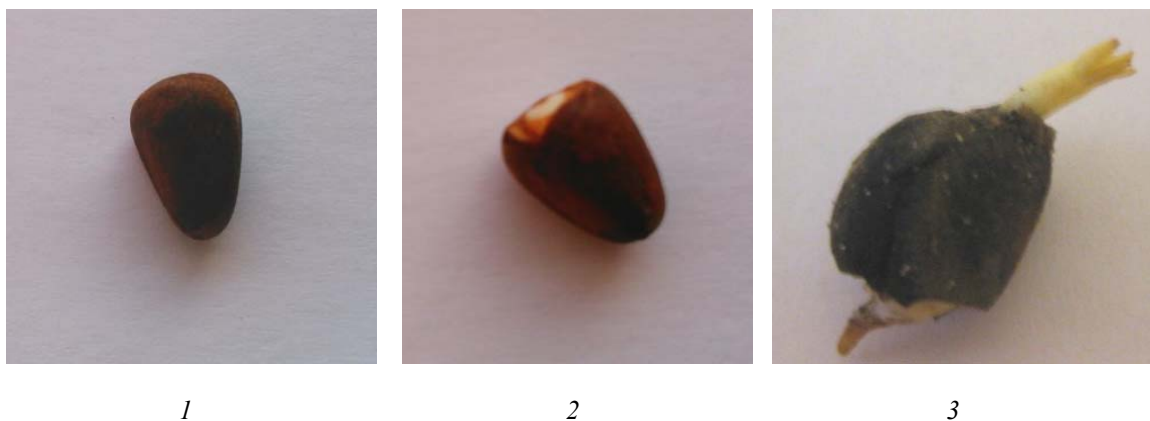


Рис. 3. Образцы семян кедрового:
1 – целый орех; 2 – надрезанный с одной стороны; 3 – надрезанный с двух сторон

Лабораторные испытания разработанного нами экспериментального устройства для скарификации, согласно патенту РФ № 2339280 «Устройство для разрушения скорлупы кедрового ореха», полностью подтверждает заявляемые характеристики по скарификации, а именно, безопасной глубины срезания скорлупы в верхней и нижней части ореха до 1 мм, без повреждения ядра, а также способностью полного разрушения

скорлупы семян кедра сибирского для дальнейшего его использования в различных отраслях, что позволяет увеличить экономическую эффективность.

Библиографические ссылки

1. Патент № 2339280 Росси, МПК 2339280 С1/06. Устройство для разрушения скорлупы кедрового ореха / Н. И. Куриленко, В. Н. Невзоров, И. В. Голубев. № 2007118869/13; заявл. 21.05.2007; опубл. 27.11.2008. Бюл. № 33. 2.

2. Лесные культуры: лабораторный практикум по лесосеменному делу для студентов специальности 250201 Лесное хозяйство очной и заочной форм обучения / И. Н. Павлов [и др.] ; СибГТУ. Красноярск, 2009. 88 с.

3. Братилова Н. П., Шестак К. В. Частное семеноводство : лабораторный практикум для студентов специальности 250203 очной и заочной форм обучения ; СибГТУ. Красноярск, 2007. 68 с.

© Пешков А. А., Куриленко Н. И., Иванов В. А., 2017

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕСНЫХ МАШИН

Ф. А. Данилов, Н. И. Куриленко, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Описаны современные лесные машины и особенности их использования в российских климатических условиях. Основное внимание автор акцентирует на гидравлическую систему лесных машин и принципы ее модернизации на примере валочно-трелевочной машины ЛЗ-235.

Ключевые слова: машины, гидравлическая система, лес, морозоустойчивость.

MODERNIZATION OF THE HYDRAULIC SYSTEM OF FOREST MACHINES

F. A., Danilov I. S. Fedorchenko, N. I. Kurilenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

This article describes modern forest machines and the features of their use in russian climatic conditions. The author focuses on the hydraulic system of forest machines and the principles of its modernization using the example of a feller-skidder machine lz-235.

Keywords: machines, feller-skidder, hydraulic system, forest, frost resistance.

Работоспособность лесных машин зависит от условий эксплуатации и режимов их работы. Она изменяется под воздействием на механизмы различных видов энергии. Одно из самых значимых внешних воздействий в наших климатических условиях – температурный режим, при котором приходится работать технике.

Тепловая энергия действует на машину в результате колебаний температуры окружающей среды, особенно это сказывается на работе ДВС, приводных механизмов, электротехнических и гидравлических устройств. Большое влияние на вязкость рабочей жидкости имеет температура окружающей среды. Поэтому очень важен правильный выбор рабочих жидкостей, основываясь на климате окружающей среды.

В гидросистеме машин рабочая жидкость находится под высоким давлением – до 20 МПа. При низких температурах происходит резкое увеличение вязкости рабочей жидкости и как следствие, многократно увеличивается нагрузка на насос, что влечет за собой рост давления в гидросистеме и вероятными поломками и разрывом элементов гидропривода.

Самыми распространенными лесными машинами. являются: лесовозы, манипуляторы, валочно-трелевочные машины (ВТМ). Ниже мы рассмотрим особенности некоторых из них.

Машина трелевочная бесчokerная МЛ-107А

Гусеничная трелевочная машина МЛ-107 с гидроманипулятором и зажимным коником тягового класса бт предназначена для механизации лесозаготовительных работ.

Машина может использоваться на всей территории России в условиях равнинной и пересеченной местности на переувлажненных фунтах с низкой несущей способностью. Машина оборудована мощным дизельным двигателем с турбонаддувом ЯМЗ-238Д и гидромеханической трансмиссией с реверсивной КПП, гидрообъемным механизмом поворота и бортредукторами, что обеспечивает плавное трогание с места без срыва грунта и плавный поворот без снижения силы тяги на гусеницах.

Машина трелевочная бесчokerная ЛТ-187

Машина ЛТ-187 предназначена для подбора пачек деревьев объемом до , сформированных валочно-пакетирующими машинами и транспортировки их без применения ручного труда при зацепке и отцепке пачки деревьев.

Машина состоит из базового трактора и навесного технологического оборудования, установленного на тракторе. На раме трактора установлены опоры, к которым шарнирно прикреплены стрела и гидроцилиндры привода стрелы. К верхнему концу стрелы с помощью подвески прикреплен захват. Для выполнения подготовительных операций перед подбором пачки деревьев на машине имеется толкатель. Подъем и опускание стрелы и толкателя, раскрытие и закрытие клещевин захвата производится с помощью гидроцилиндров, входящих в гидросистему. Вместимость гидросистемы составляет 220 литров, номинальное давление в гидросистеме – 10 МПа.

Лесопогрузчик челюстной ЛТ-188

Лесопогрузчик челюстной ЛТ-188 предназначен для погрузки леса на лесовозный транспорт, штабелевки его и прочих погрузочно-разгрузочных работ на лесных складах и перевалочных базах лесозаготовительных предприятий. Лесопогрузчик может использоваться в районах с умеренным климатом в интервале температур окружающего воздуха от плюс 40 до минус 40 °С.

Лесопогрузчик ЛТ-188 представляет собой грузоподъемную машину, состоящую из навесного оборудования, смонтированного на тракторе ТТ-4М-23К-01. Навесное оборудование лесопогрузчика состоит из рамы, поворотного основания, стрелы, челюсти, механизма поворота челюсти, гидравлической системы и дополнительного оборудования. Вместимость гидросистемы составляет 320 литров, номинальное давление в гидросистеме – 14 МПа.

Манипулятор МА-100

Манипулятор предназначен для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с круглыми лесоматериалами на предприятиях лесной промышленности. Он устанавливается на автомобилях грузоподъемностью 5 т и более, а также может использоваться как стационарный грузоподъемный механизм. Манипулятор может эксплуатироваться в регионах с умеренным климатом в интервале температур окружающей среды от минус 40 до плюс 40 °С.

Манипулятор представляет собой грузоподъемный механизм, обеспечивающий перемещение груза в пределах зоны действия, обеспечивая грузовой момент 110 кН·м, и состоит из колонны с аутригерами, стрелы, рукояти, грейфера с ротатором и гидравлической системы. Номинальное давление в гидросистеме – 14 МПа.

Машина трелёвочная чокерная «ОНЕЖЕЦ-300»

«ОНЕЖЕЦ-300» – современная гусеничная машина, с улучшенными потребительскими свойствами. Двигатель с электростартерным запуском оборудован предпусковым подогревателем для работы в зимний период. Коробка передач механическая с электрогидравлической системой управления. Рабочие тормоза с гидро-гидравлическим приводом, два ленточных сухого трения, расположенных на барабанах механизма поворота. Стояночный тормоз с электрогидравлическим приводом, для торможения используется правая тормозная лента по ходу машины. Вместимость гидросис-

темы составляет 140 литров, номинальное давление в гидросистеме – 14,5 МПа, номинальное давление в гидросистеме управления – 3 МПа.

Для решения проблемы воздействия низких температур на машины и механизмы, повышения надежности и производительности мы предлагаем усовершенствование гидравлической системы ВТМ ЛЗ-235.

Валочно-трелевочная машина ЛЗ-235

Базой валочно-трелевочной машины ЛЗ-235 служит трактор ТТ-4. Основными узлами ВТМ ЛЗ-235 являются: трактор ТТ-4М, колонна с механизмом поворота, гидроманипулятор, подвеска, захватно-срезающее устройство, зажимной коник, гидравлическая система, электрооборудование, толкатель, щит, привод насоса.

Гидравлическая система машины предназначена для преобразования механической энергии двигателя трактора ТТ-4М в гидравлическую энергию рабочей жидкости и передачи этой энергии исполнительным механизмам путём преобразования её с помощью гидравлических механизмов в механическую энергию движения рабочих органов машины, а также для защиты конструкции от перегрузок.

Модернизация гидропривода ВТМ ЛЗ-235

На рисунке 1 изображена гидросхема валочно-трелевочной машины ЛЗ-235, из которой видно, что в гидроприводе есть три гидрораспределителя, каждый из которых имеет по три рабочих секции. Два гидрораспределителя питаются от общего гидронасоса 2, и подают рабочую жидкость к гидроцилиндрам [3].

Модернизация гидросистемы валочно-трелевочной машины заключается в замене двух гидрораспределителей одним, шестисекционным. Следовательно, на одну напорную и одну сливную секцию становится меньше [1].

Эта замена значительно влияет на технико-экономические показатели гидропривода в лучшую сторону, и соответственно, на работу самой валочно-трелевочной машины.

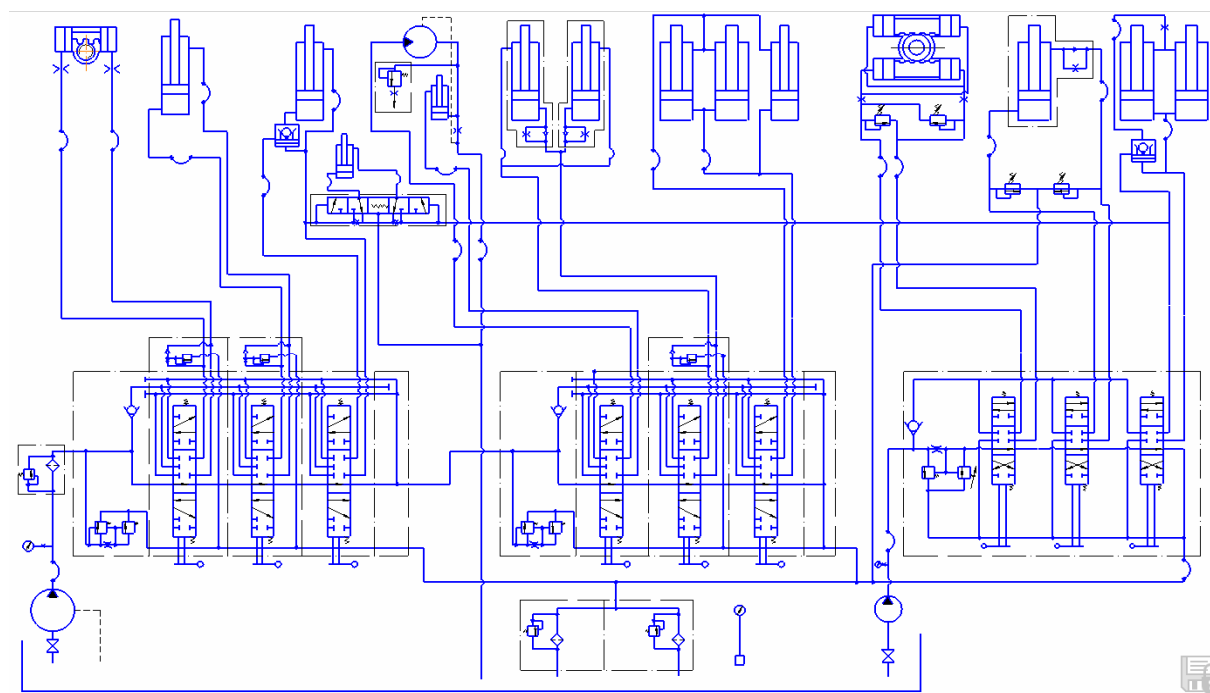


Схема гидросистемы валочно-трелевочной машины ЛЗ-235

После внесения изменений в гидросистеме увеличивается производительность оборудования, увеличение КПД, так как уменьшается длина и количество трубопрово-

дов, что влечёт за собой уменьшение потерь давления на несколько сотен Па. Мощность рабочих органов ВТМ становится больше, это позволяет осуществлять резку и пакетирование большего количества деревьев[2].

Таким образом, модернизация гидравлической системы приводит, во-первых, к большей надежности системы (так как уменьшено количество элементов в системе), к увеличению ее КПД. Во-вторых, уменьшается масса и габариты гидросистемы. В-третьих, данное конструктивное решение удешевляет производство гидропривода, так как себестоимость распределителей снижается.

Библиографические ссылки

1. Каверзин С. В. Методы повышения работоспособности и эффективности гидропривода самоходных машин // Вестник КГТУ. Красноярск, 1996.
2. Артемьева Т. В. Гидравлика, гидромашины и гидропневмо-привод. М. : Академия, 2006.
3. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика. М. : Машиностроение, 1971.
4. Гричин Н. К., Васильченко В. А. Распределительная и регулирующая гидроаппаратура для строительных, дорожных и коммунальных машин // Строительные и дорожные машины, 1973. № 9.

© Данилов Ф. А., Куриленко Н. И., Федорченко И. С., 2017

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Д. Н. Жданова, С. Н. Мартыновская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Приведены краткие сведения о цветных металлах, их применение в машиностроении.

Ключевые слова: цветные металлы, сплавы цветных металлов, механические свойства сплавов.

THE PROSPECTS OF USE OF BIMETALS IN MECHANICAL ENGINEERING

D. N. Zhdanova, S. N. Martynovskaya

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

Brief data on non-ferrous metals, their use in engineering.

Keywords: non-ferrous metals, alloys of non-ferrous metals, mechanical properties of the alloys.

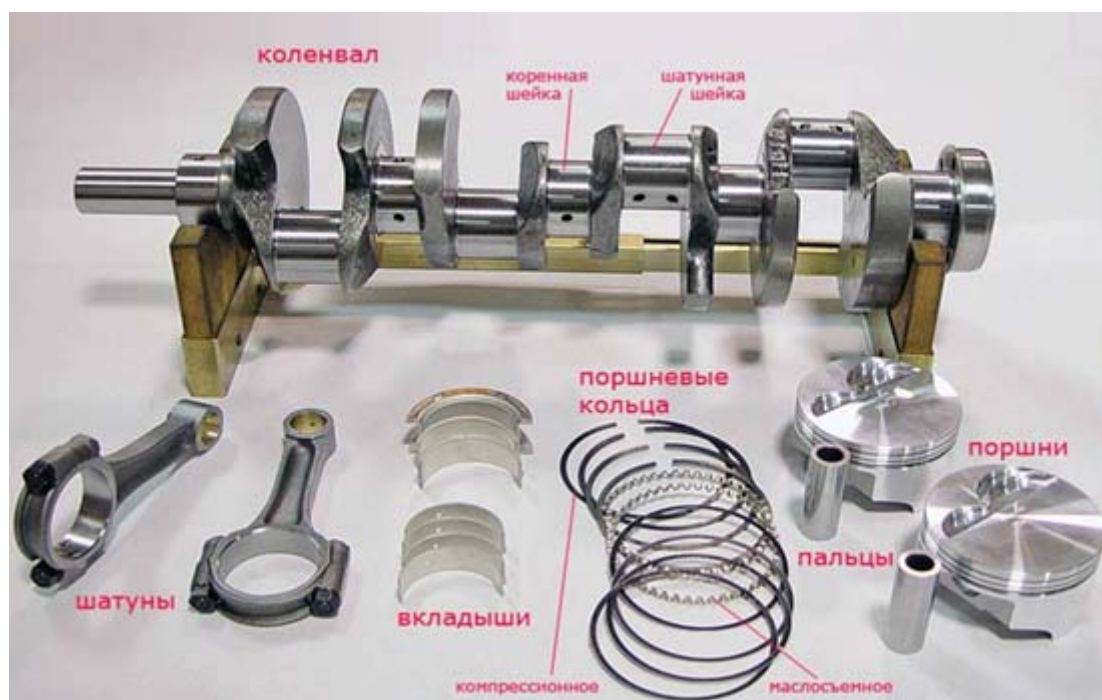
К цветным металлам, наиболее широко применяемым в технике, относятся медь, алюминий, олово, свинец, цинк, магний, титан и их сплавы. В чистом виде цветные металлы используют редко, в основном их применяют в виде сплавов.

На их основе создано большое число сплавов, обладающих широким диапазоном свойств, соответствующих требованиям к авиационным материалам. К ним относятся: значительная механическая прочность, высокий предел выносливости в сочетании с малой плотностью.

В лаборатории легких сплавов ВИАМ разработаны новые литейные магниевые сплавы, имеющие повышенные характеристики прочности и коррозионной стойкости при температурах эксплуатации от -253 до $+330$ °С. Литейные магниевые сплавы плотностью $1810\text{--}1860$ кг/м³ позволяют снизить массу авиационных конструкций на $25\text{--}30$ % по сравнению с конструкциями из алюминиевых сплавов.

При использовании литья под давлением для приборов радиоэлектронной аппаратуры, деталей двигателей, картеров, насосов и других самолётных и вертолётных изделий применяют сплавы МЛ15, МЛ23 (рис. 1). Сплав МЛ23 превосходит сплавы МЛ14, AZ91, AZ88 по технологическим свойствам и малоциклового усталости, составляющей 26000 циклов (по сравнению с 10500 для сплава МЛ15). Склонность сплава МЛ23 к образованию горячих трещин при литье под давлением в два раза ниже, чем у сплавов МЛ15. Сплав МЛ23 не содержит токсичных и дефицитных добавок, отличается мелким зерном, его применение позволяет снизить брак по трещинам и полосчатости и обеспе-

чивает снижение массы конструкции не менее чем на 30 % по сравнению с конструкциями из алюминиевых сплавов.



Детали КШМ из алюминия

В ВИАМ разработаны высокопрочные сплавы с цирконием МЛ12, МЛ15, МЛ18; жаропрочные сплавы МЛ19, МЛ10, МЛН, ВМЛ17, предназначенные для длительной эксплуатации при 200–350 °С и кратковременной до температур 300–400 °С. Сплавы обладают удачным сочетанием высоких механических свойств при комнатной температуре, хорошими литейными и коррозионными свойствами.

Жаропрочные сплавы МЛ19, ВМЛ17 (системы магний-неодим-ванадий-цирконий) малосклонны к образованию микрорыхлот и обеспечивают высокую герметичность отливок. Литые детали сложной конфигурации из этих сплавов отличаются высокой стабильностью размеров и применяются в агрегатостроении, успешно конкурируя с известными английскими сплавами WE43 и WE54. Так, сплав ВМЛ17 превосходит сплав WE54 по прочности, рабочая температура сплава ВМЛ17 выше на 50 °С, чем у WE54, однако широко применяемый сплав МЛ10 превосходит новый сплав ВМЛ17 по пределу длительной прочности на 45 %.

Для повышения уровня надёжности и эксплуатационных характеристик магниевых сплавов, соответствующих современным требованиям к авиационным материалам, разработаны новые технологии плавки и литья. Так, на базе новой технологии создан коррозионно-стойкий литейный магниевый сплав ВМЛ18, предназначенный для деталей самолётов и вертолётных двигателей, длительно работающих в любых климатических условиях при 150 °С. Сплав ВМЛ18 благодаря повышенной чистоте по примесям железа, кремния, меди, никеля в сравнении со сплавом МЛ5ч отличается повышенной коррозионной стойкостью и имеет высокие механические свойства. Применение сплава ВМЛ18 вместо сплава Разработка новых цветных сплавов МЛ5ч позволит повысить ресурс работы изделий и расширить области применения магниевых сплавов.

В СамГТУ разработаны высокоэффективные технологии генной инженерии в алюминиевых сплавах. На многих заводах Поволжья (АО «АВТОВАЗ», ОАО «СМЗ»

и др.) испытаны различные варианты технологий, включающие применение промышленных отходов (синтезирование сплавов), модифицирование мелкокристаллическими модификаторами и дифференцированную обработку расплавов, что позволило повысить прочность (на 6–40 %), снизить на 2–3 балла пористость и брак отливок, улучшить экологию.

Особый интерес представляют технологии получения мелкокристаллических модификаторов, лигатур, переплавов и их применения для обработки алюминиевых литейных и деформируемых сплавов. Некоторые виды таких модификаторов успешно испытаны на металлургическом заводе в Китае. Разработки по генной инженерии могут быть использованы при создании новых технологий для получения современных сплавов различного назначения – литейных, деформируемых, сварочных, композитных.

Для плавки алюминиевых сплавов разработаны и испытаны технологии изготовления теплоизоляционных и термостойких материалов на основе воллостанита и мулитокремнезёмистого волокна, которые используют для производства разнообразных изделий.

Библиографические ссылки

1. Применение цветных металлов и сплавов [Электронный ресурс]. URL: http://ekoproekt-kr.ru/primenenie_cvetnyh_metallov_i_splav (дата обращения: 20.04.2017).
2. Разработка новых цветных сплавов [Электронный ресурс]. URL: <http://joref.ru/documentbdbnpsz.html> (дата обращения: 20.04.2017).

© Жданова Д. Н., Мартыновская С. Н., 2017

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ МАТЕРИАЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Н. А. Амельченко, Ю. А. Филиппов, Е. В. Раменская, Н. Ф. Янковская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Проведена оценка влияния высоких температур на изменение структуры и физико-механических характеристик в поверхностных слоях инструментальных сталей при воздействии на поверхность подвижных высококонцентрированных источников нагрева.

Ключевые слова: инструментальные стали, режущий инструмент, упрочнение, поверхностный слой, структура, микротвердость.

CHANGE OF STRUCTURE IN THE SURFACE LAYER OF MATERIAL AT HIGH TEMPERATURE IMPACT

N. A. Amelchenko, Yu. A. Filippov, V. E. Ramensky, N. F. Yankovskaya

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The influence of high temperatures on the structure and physical-mechanical characteristics in the surface layers of tool steels upon exposure to mobile highly concentrated heating sources is evaluated.

Keywords: tool steels, cutting tools, hardening, surface layer, structure, microhardness.

Производство изделий лесного машиностроения и ракетно-космической техники связано с применением новых конструкционных материалов, жаропрочных сплавов на никелевой основе и титана. Для их обработки применяется высокопроизводительное технологическое оборудование с ЧПУ и современные технологии механической обработки. Наиболее значимыми из них сегодня являются: высокоскоростная и высокопроизводительная обработка; твердая обработка деталей, прошедших термическую обработку; обработка без применения СОЖ или с минимальным смазыванием; микрообработка; комплексная обработка с концентрацией максимального числа операций и переходов [1]. Это вызывает необходимость решения комплекса проблем в инструментальной промышленности, включая создание новых и совершенствование существующих инструментальных материалов, конструкций режущего инструмента, условий резания и т. д.

В современном машиностроении широкое применение при создании режущих инструментов получили твердые сплавы и быстрорежущие стали. Если развитие твердых сплавов связано с изменением структуры в сторону уменьшения размера зерна твердосплавного порошка, то для быстрорежущих сталей получили распространение различные виды поверхностной обработки с использованием плазменной струи, лазерного, электродугового и электронно-лучевого воздействия [2–5].

В настоящей работе проводилась оценка влияния высоких температур на изменения структуры в поверхностном слое инструментальных сталей с применением электродугового (плазменного) и электронно-лучевого воздействия. Поверхностному упрочнению подвергались образцы режущей части инструмента из быстрорежущих сталей Р18 и Р6М5, а также образцы из сталей 9ХС, Х12МФ и 5ХНМ.

Для осуществления процесса источники нагрева сканировались по поверхности образцов, вследствие чего она нагревалась до сверхкритических температур. После прекращения воздействия источника охлаждение зоны нагрева происходило за счет отвода теплоты во внутренние слои металла. Высокая скорость охлаждения приводит к образованию в инструментальном материале закалочных структур, при этом в поверхностном слое не исключается образование оксидных и карбидных соединений, а также аморфной фазы [6]. Кроме того, возможно изменение физико-механических характеристик поверхностного слоя: микротвердости, износостойкости и микроструктуры.

О происходящих изменениях в поверхностных слоях можно говорить на основе анализа результатов. В качестве основных параметров принимали изменения значений микротвердости и микроструктуры.

Как показали эксперименты, глубина упрочненного слоя зависит от мощности источника воздействия. В нашем случае она не превышала 550–600 микрон при мощности 4,0–5,0 кВт. Измерения микротвердости проводили на приборе ПМТ-3. В результате экспериментов полученные значения микротвердости составляли $H_{\mu} = (9,0 - 12,5) \times 10^3$ МПа, что значительно превышало показания микротвердости сердцевины, где изменений в структуре не наблюдалось.

На рисунке 1 приведены фрагменты микроструктуры исследованных образцов на примере легированной стали Х12МФ, подвергнутых поверхностному электродуговому и электронно-лучевому воздействию.

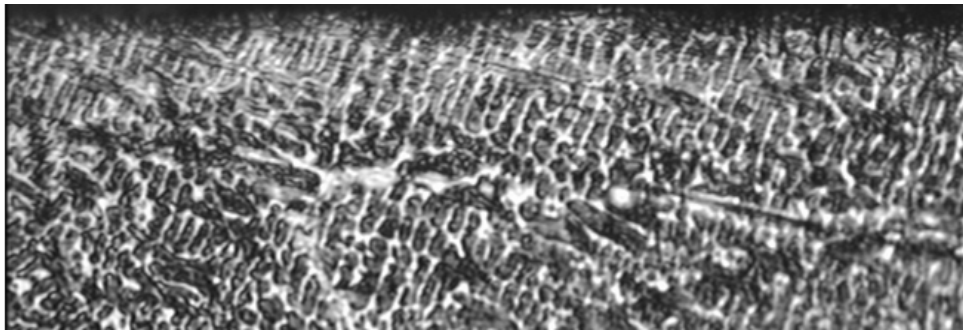
Сталь Х12МФ относится к классу заэвтектоидных, у которых при нагреве до 727°С никаких превращений не происходит. Структура в основном представлена перлит+цементит вторичный (оттоженное состояние) (рисунок, а).

На основе анализа данных установлено, что после упрочнения электрической дугой микроструктура имеет литое состояние, свойственна дендритность и соответствует бейниту, который обладает повышенной твердостью до 400–500 НВ (рисунок, б). В результате бейнитного превращения образуется смесь δ -фазы (феррита) и карбида. Бейнитное промежуточное превращение характерно сочетанием особенностей как диффузионного – перлитного так и бездиффузионного – мартенситного превращений. В зависимости от температуры изотермической выдержки микроструктура и механические свойства бейнита различны.

Следует предполагать, что при упрочнении образцов на воздухе возможно протекание химических реакций и окислительных процессов. В результате в поверхностных слоях возможно образование карбидных соединений: карбидов ванадия VC и карбидов молибдена Mo₂C. Такие соединения способствуют повышению твердости и износостойкости.

На основании исследований выявлено, что скоростные нагрев и охлаждение материалов при электродуговом и электронно-лучевом воздействии вызывает более интенсивное, чем при объемной закалке, растворение карбидной фазы и дополнительное насыщение твердого раствора углеродом и легирующими элементами.

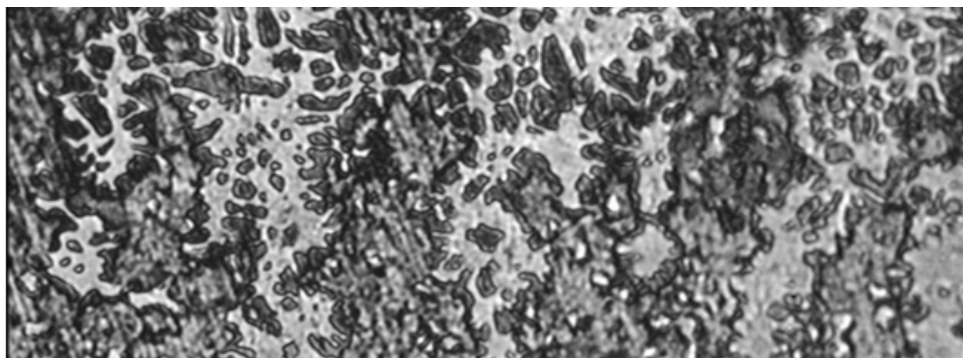
При сравнении двух методов обработки поверхности деталей: электрической дугой и электронным лучом, выявлено, что значительное изменение твердости оказывает первый метод.



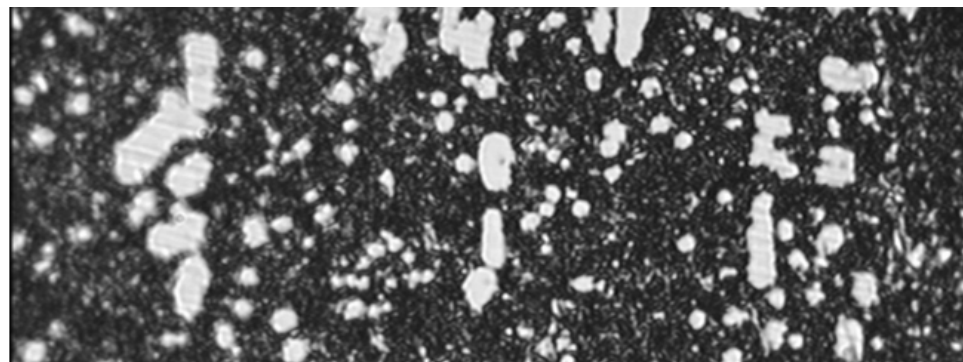
a



б



в



г

Рис. 1. Микроструктура упрочненного поверхностного слоя образца стали X12МФ при электродуговом воздействии:
a – вершина; *б* и *в* – переходная зона; *г* – основной металл бейнит имеет перистое строение, а нижний бейнит – игольчатое. В соответствии с рисунком *б*, *в* сталь имеет структуру перистого бейнита

В первом случае процесс обработки осуществляется на воздухе, что не исключает протекание окислительных процессов с образованием карбидных соединений. Во втором случае обработка осуществляется в вакуумной камере, поэтому такие процессы исключены. В процессе электронно-лучевого воздействия происходит процесс характерный для плавки, где металл мгновенно расплавляется и получается структура дендритного литого материала.

Библиографические ссылки

1. Суслов А. Г. Прогноз развития машиностроения на ближайшие 20 лет // Инженерный журнал. 2007, № 1. С. 48–60.
2. Кравцов В. И. Металлосберегающие высокоэффективные технологические процессы в машиностроении. Фрунзе : Кыргызстан, 1987. 88 с.
3. Самотугин С. С., Нестеров О. Ю., Кирицева Т. А. Механические свойства инструментальных сталей после плазменной поверхностной обработки // Физика и химия обработки материалов. 2002. № 1. С. 65–71.
4. Поболь И. Л. Использование электронно-лучевого воздействия в технологиях второго поколения поверхностной обработки металлических материалов // Трение и износ, 1993. Т. 14. № 3. С. 524–531.
5. Майоров В. С. Лазерное упрочнение металлов // Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / под ред. В. Я. Панченко. М. : Физматлит, 2009. 664 с.
6. Золотухин И. В. Физические свойства аморфных металлических материалов. М. : Металлургия, 1986. 176 с.

© Амельченко Н. А., Филиппов Ю. А.,
Раменская Е. В., Янковская Н. Ф., 2017

К ВОПРОСУ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А. А. Кишкин, А. В. Делков

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрены основные вопросы математического моделирования тепловых процессов в технических системах. Рассмотрены примеры и приведены принципиальные схемы тепловых технических систем. Представлен подход к математическому моделированию таких систем.

Ключевые слова: математическое моделирование, тепловые процессы, техническая система.

THE PROBLEM OF MATHEMATICAL MODELING OF THERMAL PROCESSES IN TECHNICAL SYSTEMS

A. A. Kishkin, A. V. Delkov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

This article covered the main problems of mathematical modeling of thermal processes in technical systems. Examples and sequences of schematic diagrams of thermal technical systems are considered. An approach to mathematical modeling of such systems is presented.

Keywords: mathematical modeling, thermal processes, technical system.

Современный этап развития техники требует перехода к оптимизации процесса реализации тепловых процессов в проектируемых технических системах (ТС) с целью повышения их эффективности, сокращения энергозатрат и капитальных вложений. Достаточно широко рассмотрены вопросы проектирования и расчётной оптимизации отдельных процессов в машинах и аппаратах, такие как интенсификация теплообмена, повышение эффективности работы компрессоров, насосов и т. д. Но общая задача моделирования теплоэнергетической системы, как сложной системы взаимосвязанных элементов, в достаточной степени еще не решена [1].

Между тем, на основе математической модели технической системы становится возможным решение широкого спектра задач, включая и оптимизацию.

Под тепловой технической системой в рамках данной работы понимается любая техническая система, основным процессом в которой будет обмен тепловыми потоками и энергией между элементами системы и с окружающей средой. Это широкий класс систем, включающий в себя химические установки, паро- и газотурбинные установки, холодильные машины, двигатели внутреннего сгорания и т. д.

Общие закономерности в технических системах преобразования тепла, которые можно выделить на уровне протекающих в них процессов, позволяют говорить о единой математической модели тепловых ТС.

В общем случае можно выделить два направления расчетов – прямую и обратную задачи проектирования. Прямая задача – при известных внешних параметрах и заданной производительности спроектировать систему, – т.е. определить характеристики составных элементов и параметры их работы. Обратная задача – при известных характеристиках элементов и внешних параметрах получить характеристики работы системы и отдельных ее элементов.

Прямая задача – основная задача проектирования, достаточно освещена в исследовательских работах. Решение обратной задачи осложнено наличием взаимосвязей элементов, системы и внешних условий. В настоящее время адекватных методов для обратной задачи не разработано. В то же время именно на основе данных решений обратной задачи возможна оптимизация системы.

Решение задач проектирования целесообразно вести с использованием математических моделей тепловых ТС [2; 3].

Создание математических моделей теплоэнергетических установок, работающих по прямым и обратным циклам, является перспективным направлением в современных исследованиях. Модель позволяет рассчитать основные параметры процесса при известных граничных условиях по конструкции и окружающей среде, получить их изменение при варьировании входных данных, оценить влияние различных факторов на работу установки.

Библиографические ссылки

1. Хубка В. Теория технических систем : пер. с нем., 1987. 208 с.
2. Теплосиловые системы: оптимизационные исследования / А. М. Клер, Н. П. Деканова, Э. А. Тюрина и др. Новосибирск: Наука, 2005. 236 с.
3. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник для вузов. Минск : ДизайнПРО, 2004. 640 с.

© Кишкин А. А., Делков А. В., 2017

УПРАВЛЕНИЕ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

Л. В. Ручкин, Н. А. Амельченко, В. А. Будков, А. В. Скрипка

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Предложена программа и приведен пример алгоритма работы координатно-измерительной машины.

Ключевые слова: координатно-измерительная машина, программное обеспечение, шаговый двигатель.

CONTROL THE COORDINATE MEASURING MACHINE BY LABVIEW

L. V. Ruchkin, N. A. Amelchenko, V. A. Budkov, A. V. Skripka

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

The paper presents a program and example of the coordinate measuring machine operation algorithm.

Keywords: coordinate measuring machine, software, stepper motor.

Определение линейных и угловых размеров, а также отклонений формы и расположения поверхностей и осей сложных корпусных деталей универсальными средствами и с помощью специальных приспособлений не давали полного представления о взаимном положении, ориентации и позиционировании отдельных элементов сложных деталей, об их годности для сборки, эксплуатационных качествах [1]. Многие задачи измерения геометрических параметров деталей не могли быть решены до появления координатно-измерительной машиной (КИМ).

В первые три десятилетия развития КИМ внимание разработчиков было сконцентрировано на конструкции, математических основах программного обеспечения, системах управления машиной и стандартизации базовых методов выполнения измерений. Сегодня актуальными являются вопросы совершенствования методов контроля геометрических параметров, интеграции измерительно-вычислительных систем в технологические процессы, определения точности выполняемых измерений [2].

Управление КИМом осуществляется персональным компьютером (ПК), с помощью программного обеспечения, разработанного в среде прикладного графического программирования LabVIEW (National Instrument). На лицевой панели разработанного виртуального прибора можно выбрать режим управления, ручной или автоматический, выбрать алгоритм, по которому будет работать КИМ, задать приблизительные параметры измеряемой детали, а также вывести результат по окончании работы алгоритма. В программе представлено несколько алгоритмов работы КИМ, а именно алгоритм по измерению внешнего прямоугольного контура, внутреннего прямоугольного контура,

Плата управления принимает данные с ПК о величине перемещения и номере координаты. Для передачи данных на плате установлен преобразователь интерфейса с USB на USART, также на плате установлен драйвер с устройством дробления шага (рис. 2).

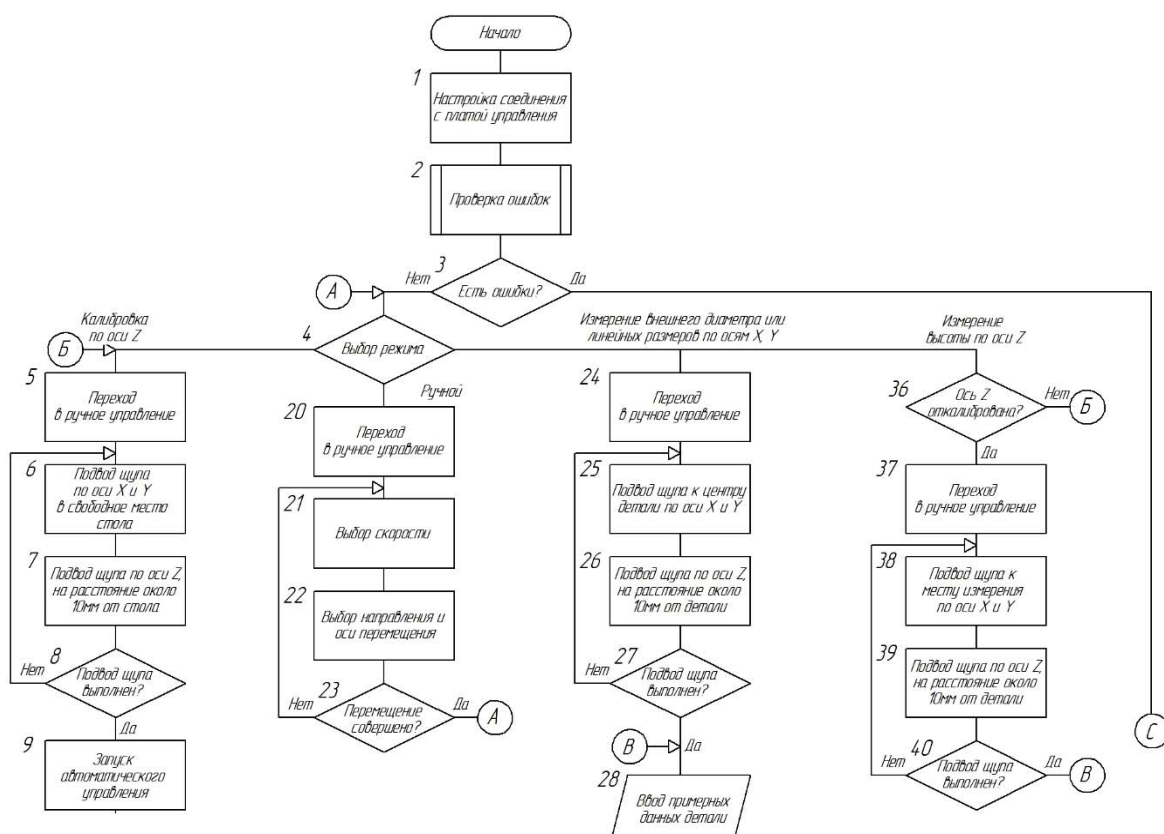


Рис. 2. Фрагмент функциональной схемы управления КИМ

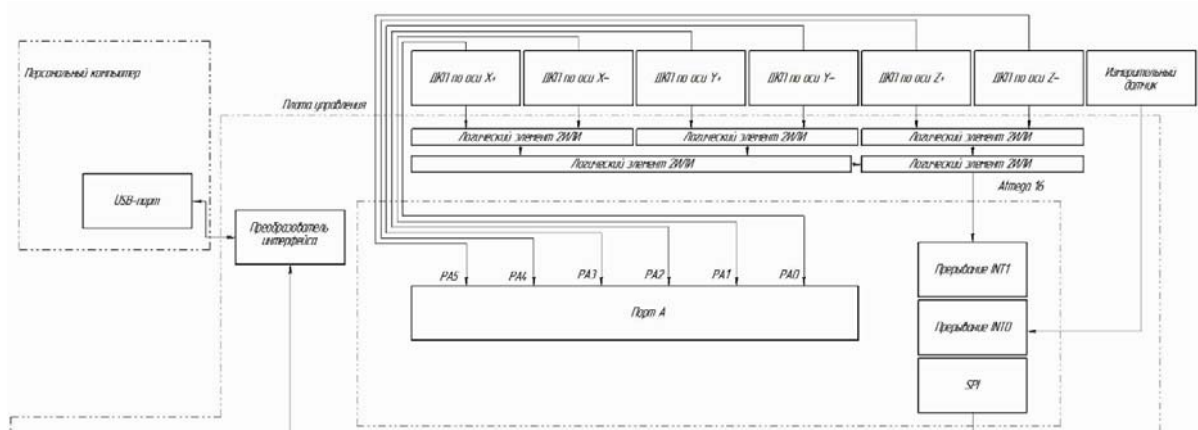


Рис. 2. Фрагмент функциональной схемы управления КИМ

Программа для платы управления написана на языке программирования Assembler [3; 4]. Плата управления с помощью энкодеров, установленных на оси каждого двигателя, отслеживает их направление и количество дискрет перемещения. При срабатывании измерительного датчика, плата управления останавливает подачу и передает на ПК сигнал о его срабатывании. Так же плата управления считывает датчики конечного положения, установленные на станке.

Разработанное программное обеспечение может быть использовано для управления 3-х осевой координатно-измерительной машиной.

Библиографические ссылки

1. Кристоф Р., Нейман Х. Мультисенсорные координатные измерения // Die Bibliothek der Technik, 2004.
2. Зубарев Ю. М. Интеграция контроля геометрических параметров деталей с помощью измерительно-вычислительных комплексов в современном машиностроении // Вестник машиностроения. 2008. Т. 11. С. 83–86.
3. Юров В., Хорошенко С. Assembler : учеб. курс. СПб : Питер Ком, 1999. 672 с.
4. Рудаков П., Финогенов К. Язык ассемблера: уроки программирования. М. : Диалог-МИФИ, 2001. 640 с.

© Ручкин Л. В., Амельченко Н. А., Бudyков В. А., Скрипка А. В., 2017

УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИСКОВ БИЗНЕС-ИНКУБАТОРА

И. В. Трифанов, Е. А. Жирнова, М. Ю. Горячева

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассматривается управления инновациями на основе анализа рисков на примере бизнес-инкубатора. Показано как управлением рисками повышает результативность и эффективность инновационной деятельности.

Ключевые слова: бизнес-инкубатор, управление рисками, КРИТБИ, инновационная деятельность.

MANAGEMENT OF INNOVATIONS ON THE BASIS OF THE BUSINESS- INCUBATOR RISK ANALYSIS

I. V. Trifanov, E. A. Zhirnova, M. Yu. Goryacheva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

We consider the management of innovation based on a risk analysis on the example of a business incubator. It is shown how the management of risks increases the effectiveness and effectiveness of innovation.

Keywords: business incubator, risk management, CRITBI, innovative activity.

Одним из главных объектов инновационной инфраструктуры края является Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор (далее – КГАУ «КРИТБИ»), который призван содействовать созданию помощи перспективным проектным командам в доработке идеи и продукта, поиске стратегических партнеров и клиентов, получении инвестиций. Отраслевые направления предприятия отвечают самым актуальным технологическим трендам: медицина, композиционные и новые материалы, энергосбережение, биотехнологии, а также машиностроение и приборостроение [1].

Рассмотрим процесс управления инновациями на КГАУ «КРИТБИ». Предположим, изготовители сконструировали устройство гидропневматического аэратора, которое позволит максимизировать эффективность очистки сточных вод. Изготовитель подаёт заявление и необходимый пакет документов на статус субъекта, где оценивают бизнес-идею.

После положительного результата проверки по формальным критериям, присваивается статус «Кандидат в резиденты», что позволяет получить помощь в подготовке документов для прохождения экспертизы.

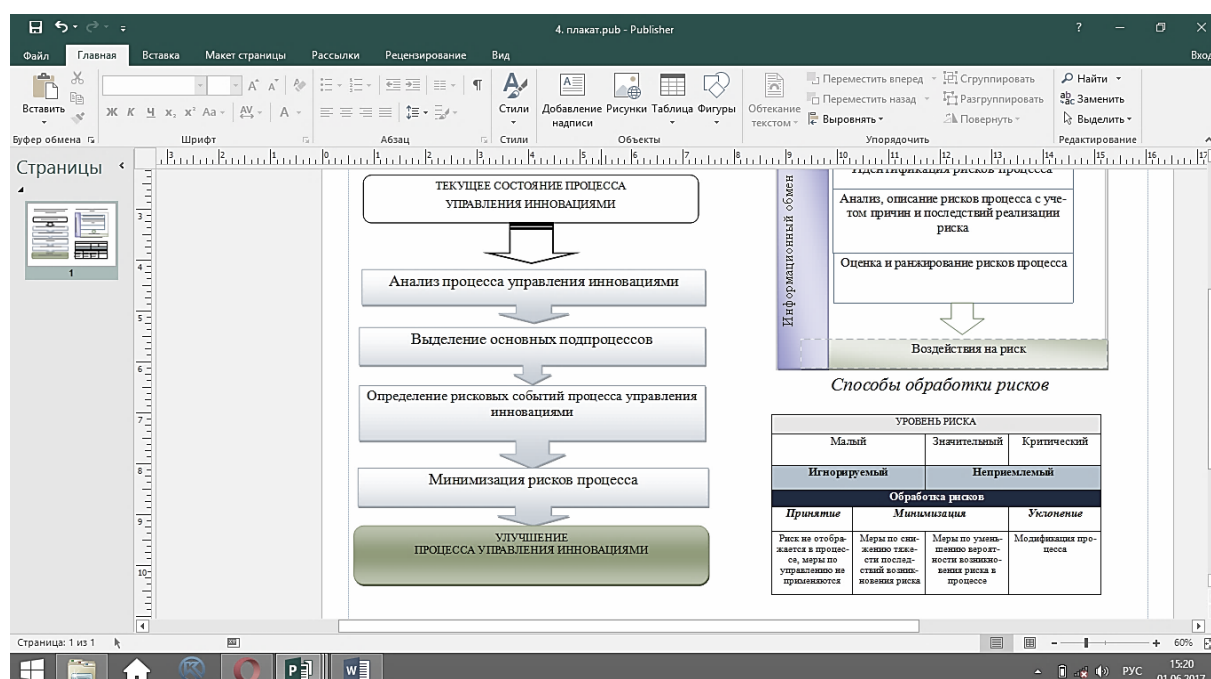
Следующий этап: после составления протокола о решении экспертной комиссии происходит утверждение экспертизы Наблюдательным советом, где на заседании

решают о присвоении статуса «Дистанционный резидент», что позволяет пользоваться услугами КРИТБИ. Следом происходит заключение договора на оказание услуг. С заявлением на участие изготовитель проходит конкурсную процедуру и подписывает договор на пользование услугами, где присваивается статус «Резидент».

Разработанную технологию гидропневматического аэратора оценивают на уровень готовности проекта по TRL и планируют дальнейшие действия прединкубации, инкубации и постинкубации. В итоге результаты проделанной работы: опытное внедрение промышленного образца и заключение договора с частным инвестором для планируемой выручки.

Таким образом, происходит управление инновациями в учреждении. В конечном итоге, изготовители получают поддержку в развитии и продвижении бизнеса.

Вероятность потерь в инновационной деятельности характеризует риск, поэтому предлагается совершенствование управления инновациями на основе анализа рисков, в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке.



Управление инновациями на основе анализа и минимизации рисков

Анализ инновационной деятельности позволяет декомпозировать основные подпроцессы управления инновациями и произвести идентификацию рисков. С целью уменьшения рисков возникновения ошибок (дефектов, несоответствий, неэффективных действий) при выполнении подпроцессов разрабатывается описание риска [2]. Далее необходимо произвести оценку риска, которая позволит спрогнозировать возможность получения дополнительного предпринимательского дохода или определенной величины ущерба от возникшей рискованной ситуации и несвоевременного принятия мер по предотвращению риска [3].

Затем определить, с какими рисками нужно работать в первую очередь. Для этого нужно на основе анализа рисков установить приоритеты для снижения потерь. В итоге, разрабатывается и осуществляется план мероприятий по минимизации неприемлемых рисков и программа дальнейшего мониторинга рисков.

Управление инновациями может быть успешным при условии длительных исследований инноваций для их отбора и использования. Для управления инновациями необхо-

дим анализ рисков, который будет определять возможные опасные события, их последствия и причины, вероятность их возникновения и принятие решений, так как получение разумной степени уверенности в правильности решений уменьшает долю неопределенности, которые напрямую зависят от оценки рисков. Минимизация рисков позволит улучшить процесс управления инновациями и снизить возможность не только временных потерь, но и объем проделанных работ, как следствие удовлетворённость пользователей продукции.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.kritbi.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
2. ГОСТ Р 56275–2014 Менеджмент рисков. Руководство по надлежащей практике менеджмента рисков проектов. М. : Стандартиформ. 2014.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. М. : Стандартиформ. 2012.

© Трифанов И. В., Жирнова Е. А., Горячева М. Ю., 2017

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ МУЛЬТЕКСНЫХ ДИСКОВЫХ ПИЛ

Ю. А. Филиппов, Е. В. Раменская, Н. Ф. Янковская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

В производстве изделий лесной индустрии и машиностроения используются дисковые пилы по ГОСТ Р 54490–2011, отличающиеся наличием на плоскости ряда компенсаторов, антишумовых прорезей, окон очистки пропила с целью улучшения динамических характеристик работы пилы, снижения акустической эмиссии мультексы точно привязаны к определенным координатам для повышения точности и прецизионности резания в условиях воспроизводимости.

Ключевые слова: конструкция, дисковая пила, прорези, вибрация, компенсатор

THE STRUCTURAL ANALYSIS POLITEXNIK SAWS

Yu. A. Filippov, E. V. Ramenskaya, N. F. Yankovskaya

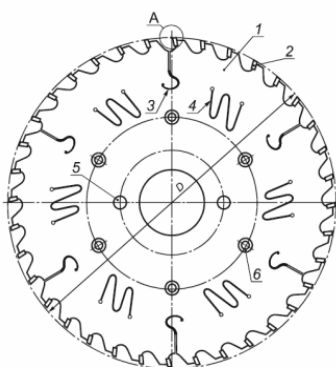
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In the manufacture of products of wood industry and machinery used circular saws GOST R 54490–2011, characterized by the presence on the plane of the series compensators antisodomy slots, Windows clean-cut, with the aim of improving the dynamic characteristics of the saw work, the reduction of acoustic emission multexi clearly tied to a set of coordinates to improve accuracy and precision cutting in terms of reproducibility

Keywords: construction, saw, slotted, vibration, expansion joints

В производстве современных изделий машиностроения применяются различные виды режущих инструментов нового поколения с повышенными параметрами стойкости. Так, узкие ленточные пилы, изготовленные электронной сваркой зубьев из биметалла на основе быстрорежущих сталей и литых твердых сплавов работают со стойкостью более 120 часов без переточки при раскрое заготовок из стали и углепластика. Покрытия цельных твердосплавных фрез победитовых марок по технологии CVD и PVD повысили стойкость их почти в 4 раза. При этом покрытия из оксида алюминия обеспечили повышение сопротивления к кратерному износу и скалыванию, а покрытия карбонитридом титана снизили абразивный износ до 20 %. Заслуживает внимания внедрение покрытия на основе алюмонитрида титана. Технические характеристики дисковых пил, эффективность их работы улучшены за счет введения в полотно диска мультексных элементов и алмазного оснащения зубьев. Состав мультексов расширен за счет применения термодинамических компенсаторов, шумовых лабиринтных прорезей и очистительных окон с твердосплавными пластинами, что заявлено в регламентах [1; 2], патенте [3] и в работе [4]. Повышение эффективности работы дисковых пил, оснащенных пластинами из сверхтвердых материалов можно достичь, используя рациональные

приемы расположения мультетков с учетом вариации контурных углов зубьев и задних углов движения, учета плоскостей скола и сдвига, входящих в новую теорию резания материалов.



Дисковая пила:

1 – корпус; 2 – ПТС; 3 – компенсаторы;
4 – петля снижения шума; 5 – отверстие
для передачи вращающего момента;
6 – крепежное отверстие

Выполненный анализ линейно-массовых и угловых параметров конструкций дисковых пил, ряда патентов с целью повышения точности, качества и производительности дисковых пил за счет управления снижением вибрационных процессов [5], минимизации температурных напряжений, акустического и механического шумов дисковой пилы позволил сформировать новую конструкцию пилы, на которую получен патент.

В конструкции управляющий диаметр дисковой пилы, проходящий через центр массы и вершины двух зубьев пилы расположен в горизонтальной плоскости. В двух точках, образованных пересечением окружности, проведенной с радиусом $0,75R$ радиуса дисковой пилы с управляющим диаметром, размещены два высокочастотных элемента. Причем, элементы расположены по дуге окружности в этих точках и повернуты на определенный угол опережения от управляющего диаметра, зависящего от численного значения переднего угла дисковой пилы. Амплитуда элемента функционально связаны с параметрами: числа зубьев пилы и подачи на зуб, а частотная характеристика с максимальной частотой вращения дисковой пилы. Низкочастотные элементы размещены на дуге окружности, проведенной с радиусом $0,65R$ радиуса дисковой пилы с определенным углом сдвига от управляющего диаметра и на собственных диаметрах повернуты на расчетный угол запаздывания. Амплитудно-частотные характеристики элементов адекватны высокочастотным исполнениям.

Первый демпфер терморегулирования сдвинут на угол от нормали к управляющему диаметру на величину шага зуба и расположен в пазухе зуба дисковой пилы. Остальные демпферы установлены симметрично в зависимости от их числа четного или нечетного количества под углом к управляющему диаметру пилы

$$\gamma = \pi^2 \cdot e / (\alpha + \beta), \quad (1)$$

где $e = 2,7$; α, β – углы резания.

Учитывая компоненты вибрации, угол формируется по значению вычисленного по функции соотношения виброускорений минимального a_{mp} и a_{sp} – среднего значения

$$\varphi_{131} = f(f, a_{mp}, a_{sp}); \varphi_{13} = a_{mp} / a_{sp}, \quad (2)$$

Длина высокочастотного элемента l_n определяется по функции

$$l_n = f(V); l_n = 2\pi V_{3M} \cdot u_z / V_{3B}, \quad (3)$$

где V_{3M} – скорость звука в материале, м/с; u_z – подача заготовки на зуб, мм; V_{3B} – скорость звука в воздухе, м/с.

Радиусы окружности, координации элементов:

– для низкочастотных элементов;

$$R_1 = 0,25(D + 5D^{0,5}); \quad (4)$$

– для высокочастотных элементов

$$R_2 = 0,25(D + 7,5D^{0,5}) \quad (5)$$

для радиальных прорезей, компенсирующих напряжения от термодинамических процессов.

$$R_3 = 0,5(D - 2h_z). \quad (6)$$

Амплитуды элементов A_{1mx} ; A_{1mn} ; A_2 :

– низкочастотных

$$A_{1mx} = u_z \cdot z; A_{1mn} = 0,6 \cdot u_z \cdot z; \quad (7)$$

– высокочастотных

$$A_2 = 0,707 \cdot u_z \cdot z; \quad (8)$$

Варьируя динамической податливостью и динамической жесткостью полотна диска обеспечивают повышение устойчивости периферийной части, вследствие действия центробежных сил инерции. При этом, изменяются частотные характеристики акустических волн, способствуя снижению логарифмического уровня звукового давления на 5–7 дБ. Частотные элементы построены под углом к радиусу, определяемого по функции для низкочастотного спектра

$$\varphi_{120} = f(\xi, s_p); \varphi_{120} = s/B, \quad (9)$$

где s – толщина диска пилы, мм; B – величина уширения зуба, ширина пропила, мм.

А по данным виброметрии пилы этот угол можно скорректировать по функции

$$\varphi_{121} = f(\xi, V_{mp}, V_{sp}), \varphi_{121} = V_{mp} / V_{sp}, \quad (10)$$

где V_{amp} – амплитуда среднеквадратичной виброскорости пилы на рабочей частоте вращения, м/с; V_{sp} – амплитуда пикового значения виброскорости пилы на рабочей частоте вращения, м/с.

Угол установки демпфера терморегулирования определяется по функции

$$\Theta = \pi / [0,5 \pm (2/z)], \quad (11)$$

где z – число зубьев пилы.

Так, при перепаде температур до 60 °С в периферийном кольце диска шириной $l = 100$ мм линейное удлинение не превысит 1,2 мм ($L = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 100 = 1,2$ мм). Поэтому из условий прочности и устойчивости работы дисковой пилы суммарную ширину щели компенсации следует назначать в пределах не более 1,6 мм.

Дисковая пила работает следующим образом. Пила, отвечающая техническим условиям и технологическому регламенту, после осмотра устанавливается на рабочий вал технологической машины. Процесс внедрения зубьев пилы в обрабатываемый материал сопровождается определенным сопротивлением, приводящим к нагреву полотна, а вследствие вариации коэффициента трения различной природы возникают звуковые волны с широким спектром частот. С момента начала вращения пилы и процесса резания начинают свою работу высокочастотные и низкочастотные элементы мультиска

с заполненным анизотропным материалом с малой акустической прозрачностью. Последнее обеспечивает устранение эффекта забивания сайленсов смолами обрабатываемого материала. От взаимодействия элементов с технологической средой снижается уровень звукового давления.

Одновременно с момента врезания пилы в обрабатываемый материал начинают функционировать демпферы терморегулирования, установленные в пазухе пилы, чередуясь по своим квадрантам. Ширина прорези определена из условия учета коэффициента линейного расширения материала и перепада температур при форсированных режимах обработки. Форма и размер демпфера, снижающего температурные напряжения в периферийной части диска, определены по условию, что напряжения в зубьях пил в процессе работы не превышают 60 МПа. При этом упругая деформация в виде петли сжатия-растяжения составляет порядка 12 мкм. Тем самым основные факторы нагрева периферии полотна пилы от процесса сжатия и трения полотна диска о плоскость распила воспринимаются демпфером. Прорези высокочастотных и низкочастотных элементов и демпферы заполнены неметаллическим композитным материалом, например фторопластом, имеющим акустическую прозрачность по граничной частоте звука в три раза большую, чем материал пилы, способствующим снижению реверберации и падению интенсивности звука, а также ликвидации заполнения прорезей отходами обрабатываемого материала.

Таким образом, на основе выполненных исследований разработана и запатентована новая конструкция дисковой пилы с мультетексными элементами обеспечивающими:

- уменьшение амплитуд виброскорости и виброускорения в переходных процессах на 17–21 % за счет демпфирующих свойств термодинамических и шумовых прорезей;
- снижение амплитуд звукового давления и мощности до 13–17 % вследствие проявления комплексности аддитивных мультетекстов;
- первичные испытания методом моделирования амплитуд вибрации в программном пакете MathCad 16 показали положительные результаты по условию воспроизводимости статистической модели измерений;
- конструкция дисковой пилы обеспечивает раскрой плит из анизотропных материалов, включая угле- и стеклопластики, а также тонких металлических труб;
- математический аппарат исследования используется при разработке выпускных квалификационных работ магистрантов.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ р 54489–2011. Пилы дисковые для бревнопильных станков и автоматических линий. Общие технические условия. Введен с 01.01 2013. М. : Стандартинформ, 2013.
2. ГОСТ р 54490–2011. Пилы дисковые, оснащенные пластинами из сверхтвердых материалов, для обработки древесных материалов и пластиков. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2013.
3. Патент на изобретение гл 2624924 с 2, в27в 5/38 от 11.07.17. Дисковая пила / Воробьев А. А., Спицын И. Н., Косарев В. К., Раменская Е. В., Филиппов Ю. А., Тимошенко Е. М.
4. Кэннати-Асибу Е., Дорнфелд Д. А. Количественные соотношения для акустической эмиссии при ортогональном резании металлов // Конструирование и технология машиностроения : тр. американского об-ва инженеров-механиков, ASME. 1981. Т. 103. № 3. С. 152–163.
5. Раменская Е. В., Филиппов Ю. А. Управление вибрацией средств технологического оснащения : монография / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 172 с.

© Филиппов Ю. А., Раменская Е. В., Янковская Н. Ф., 2017

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

И. Я. Шестаков, О. В. Раева

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск

Рассмотрен комбинированный метод очистки сточных вод от ионов металлов. Метод включает электрохимическое воздействие на воду с одновременным барботажом воздуха, затем введение коагулянта и отстаивание. Удельные энергозатраты составляют $1.8 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{м}^3$ при снижении концентрации ионов металлов в десятки раз.

Ключевые слова: электрохимический способ, коагулянт, ионы металлов, барботирование, отстаивание.

COMBINED METHOD OF PURIFICATION OF WASTEWATER FROM METAL IONS

I. Ya. Shestakov, O.V. Raeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation

In the article the combined method of wastewater treatment from metal ions is considered. The method includes electrochemical action on water with simultaneous air bubbling, then the introduction of coagulant and sedimentation. Specific energy consumption is $1.8 \text{ kW} \cdot \text{hour} / \text{m}^3$ with a decrease in the concentration of metal ions by tens of times.

Keywords: electrochemical method, coagulant, metal ions, bubbling, sedimentation.

В настоящее время существует большое количество способов очистки воды и водных растворов – механические, химические, электрические, физические, биологические, комбинированные и др. [1]. Например, для очистки воды от железа эффективно используется отстаивание, от меди, никеля, хрома (VI) широко применяют электрокоагуляцию, ионообменные технологии, биологическую очистку и т. д. В целлюлозно-бумажном производстве сточные воды содержат совокупность различных ионов металлов (железо, медь, цинк, марганец), исследований по очистке воды от ионов металлов при концентрации каждого 0,5 мг/л и менее недостаточно.

Электрохимическое воздействие переменным асимметричным током проводили [2] в реакторе с использованием пар нерастворимых разнородных электродов. Электрохимический реактор выполнен из чередующихся электродов в виде пластин толщиной 1 мм. Материал пластин: нержавеющая сталь 12Х18Н10Т (3 пластины) и титановый сплав ОТ4-0 (2 пластины). Расстояние между электродами 12 мм. Электроды подключали параллельно к источнику переменного тока частотой 50 Гц. Барботирование очищаемой воды проводили воздухом, который пропускали через воду при помощи компрессора по трубкам, расположенным между электродами. Объем заливаемой воды 1 л.

Переменный электрический ток пропускали через воду в течение 10 минут при силе тока 0,5 А и напряжении на клеммах электродов 5,6 В. В воде растворяли соли Cd(II), Cu(II), Ni(II), Cr(VI) и Fe(III) при средней концентрации каждого иона 0,5 мг/л.

После электрохимической обработки в воду добавляли коагулянт – сернокислородное железо $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, при различном соотношении начальных концентраций иона-комплексобразователя и удаляемого иона ($C_{\text{oFe}^{2+}}/C_{\text{oi}}$). При введении в воду коагулянта, происходило его растворение и электролитическая диссоциация с последующим образованием малорастворимого гидрата окиси железа (III), выпадающего в осадок в виде хлопьев и выступающего в качестве комплексобразователя. Соотношение начальных концентраций иона комплексобразователя и удаляемого иона ($C_{\text{oFe}^{2+}}/C_{\text{oi}}$) изменяли от 1:1 до 5:1. Далее воду отстаивали в закрытых емкостях при температуре 20–25 °С и атмосферном давлении. Время отстаивания воды ($\tau_{\text{отс}}$) изменяли от 1 до 8 суток.

Опыты проводили с использованием лабораторных автотрансформаторов (ЛАТР-220-9) и компрессора АСО-308 30W. Для регистрации параметров процесса использовали стандартные приборы – вольтметр (класс точности 0,4), амперметр (0,5), осциллограф С1-83 (0,5).

Принципиальная схема экспериментальной установки и схема электрохимического реактора представлены на рис. 1, 2.

Степень очистки определяли по формуле, %:

$$Y = \left(\frac{C_o - C_k}{C_o} \right) 100,$$

где C_o , C_k – начальная и конечная концентрации удаляемого иона металла, мг/л.

Удельные энергозатраты W на очистку единицы объема воды ($\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$), складывались из затрат электроэнергии на электрохимическую обработку воды $W_{\text{э}}$ и на работу компрессора W_k :

$$W = W_{\text{э}} + W_k,$$

$$W_{\text{э}} = \frac{IU\tau_{\text{пр}}}{V} 10^{-3},$$

$$W_k = \frac{P_k \tau_{\text{пр}}}{V} 10^{-3},$$

где I – сила тока, А; U – напряжение на клеммах электродов, В; $\tau_{\text{пр}}$ – время пропускания электрического тока через очищаемую воду, ч; V – объем заливаемой воды, м^3 ; P_k – мощность компрессора, Вт; 10^{-3} – переводной коэффициент из Вт в кВт.

Исследование влияния соотношения начальных концентраций иона комплексобразователя и удаляемого иона на степень очистки воды проводилось при постоянном времени отстаивания (8 суток).

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 3.

Исследование влияния времени отстаивания воды на степень очистки проводилось при постоянном соотношении начальных концентраций иона комплексобразователя и удаляемого иона (5:1).

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 4.

Экспериментальные данные показали, что дальнейшее повышение соотношения начальных концентраций и времени отстаивания не приводит к существенному увели-

чению степени очистки, а при соотношении начальных концентраций меньше 5:1 и времени отстаивания менее 8 суток степень очистки значительно ниже. При барботировании раствора воздухом, если диаметр пузырьков меньше расстояния между электродами, степень очистки уменьшается.

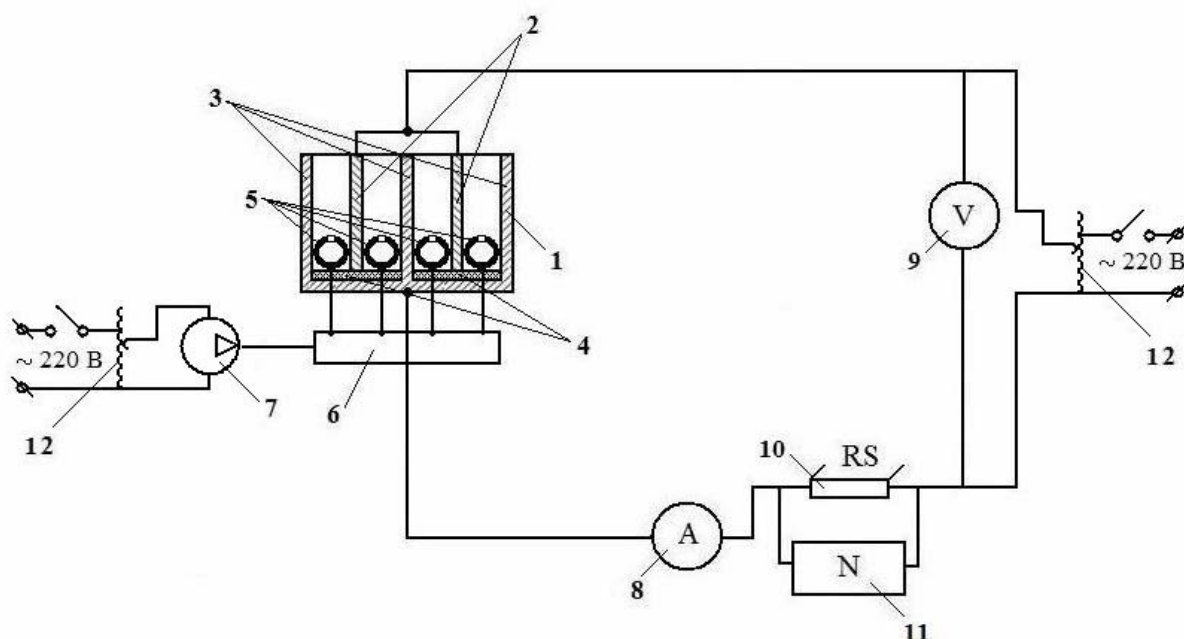


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки:
 1 – корпус; 2 – титановые электроды ОТ4-0; 3 – стальные электроды 12Х18Н10Т;
 4 – пластины диэлектрические (оргстекло); 5 – трубки ПВХ; 6 – ресивер;
 7 – компрессор АСО-308; 8 – амперметр; 9 – вольтметр; 10 – шунт измерительный;
 11 – осциллограф С1-83; 12 – автотрансформаторы

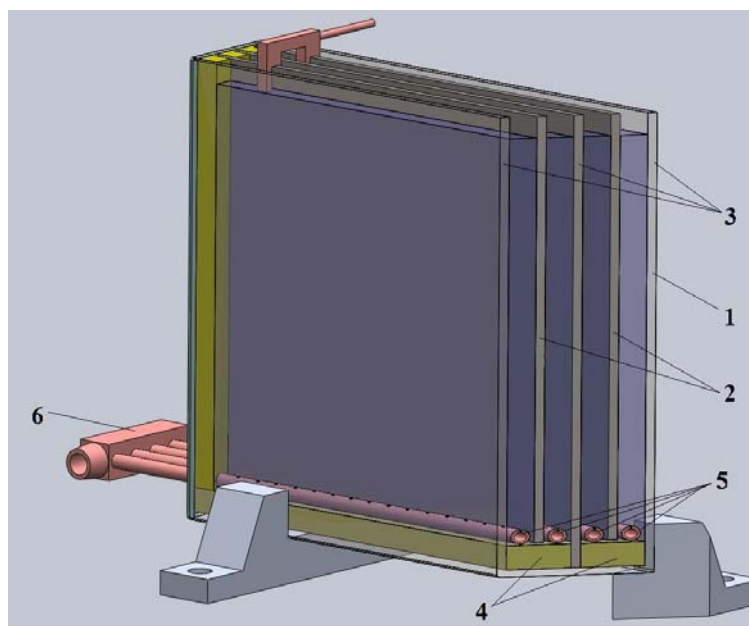


Рис. 2. Схема электрохимического реактора:
 1 – корпус; 2 – титановые электроды ОТ4-0; 3 – стальные электроды 12Х18Н10Т;
 4 – пластины диэлектрические (оргстекло); 5 – трубки ПВХ; 6 – ресивер

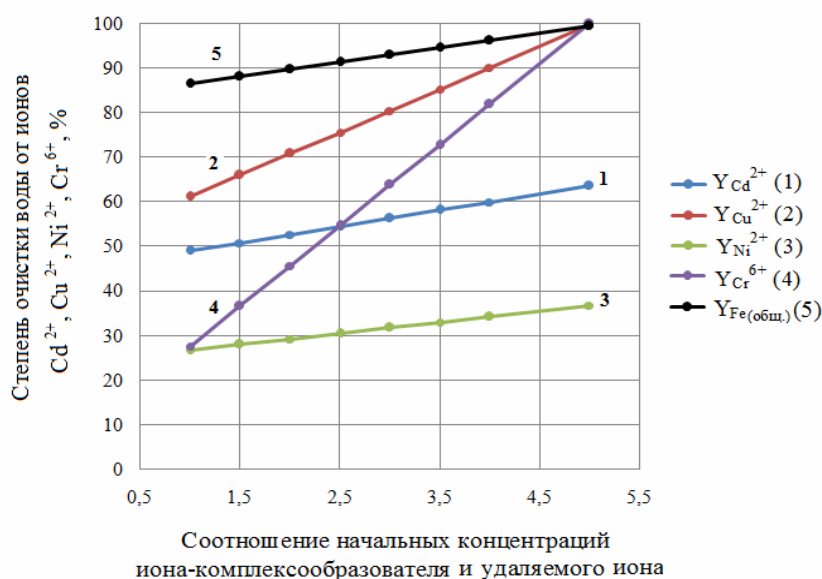


Рис. 3. Зависимость степени очистки воды от соотношения начальных концентраций иона комплексобразователя и удаляемого иона:
степень очистки воды от: 1 – кадмия; 2 – меди; 3 – никеля; 4 – хрома; 5 – железа

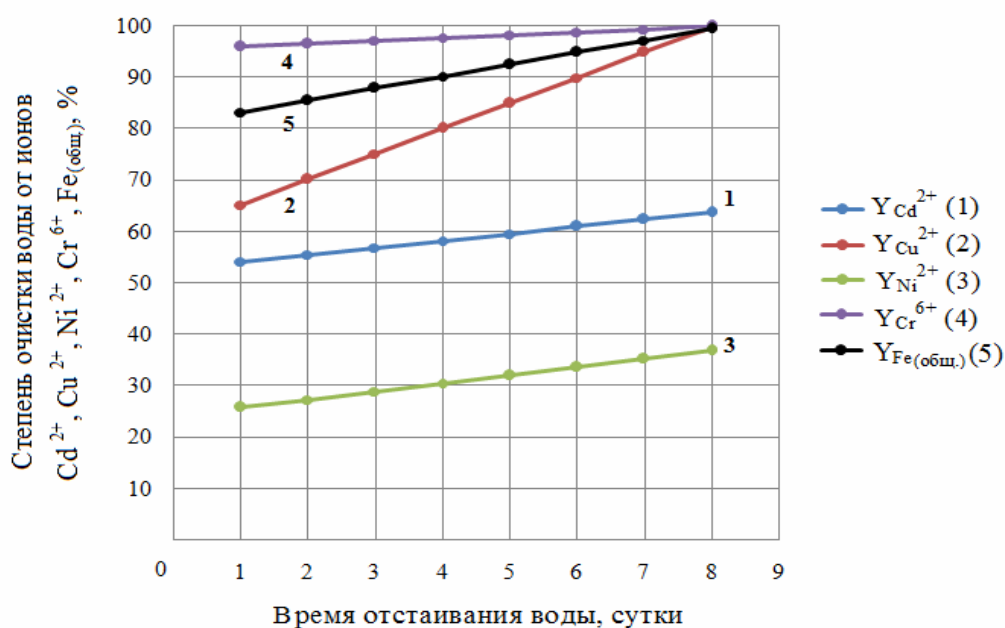


Рис. 4. Зависимость степени очистки воды от времени отстаивания воды:
степень очистки воды от: 1 – кадмия; 2 – меди; 3 – никеля; 4 – хрома; 5 – железа

Из графиков видно, что увеличение соотношения начальных концентраций иона комплексобразователя и удаляемого иона и времени отстаивания приводит к значительному увеличению степени очистки воды от рассматриваемых ионов. При увеличении соотношения начальных концентраций от 1:1 до 5:1 степень очистки увеличивается для кадмия в 1,3 раза, меди – 1,6, никеля – 1,4, хрома – 3,8 и железа – 1,2.

При увеличении времени отстаивания воды от 1 до 8 суток степень очистки увеличивается для кадмия в 1,2 раза, меди – 1,5, никеля – 1,5, хрома – 1,1 и железа – 1,2.

Экспериментальные исследования показали, что наибольшая степень очистки воды от всех рассматриваемых ионов металлов достигается при пропускании через очищаемую воду переменного асимметричного тока с использованием нерастворимых разнородных электродов (нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, титановый сплав ОТ 4-0) при барботировании воздухом, введении коагулянта – сернокислого железа $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в соотношении начальных концентраций иона комплекссообразователя и удаляемого иона 5:1 и отстаивании воды в течение 8 суток. При этом степень очистки воды равна: от кадмия 63,3 %, меди – 99,1 %, никеля – 36,3 %, хрома – 98,4 % и железа – 99,3 %. Удельные энергозатраты составляют $W = 1,8 \text{ (кВт}\cdot\text{ч)/м}^3$.

Библиографические ссылки

1. Водное хозяйство промышленных предприятий: справочное издание. В 2 кн. Кн. 1 / В. И. Аксенов [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова. М. : Теплотехник, 2005. 640 с.
2. Патент РФ №2519383. Способ очистки воды и водных растворов от анионов и катионов / И.Я. Шестаков, О. В. Раева. Опубл. 10.06.2014. Бюл. № 16.

© Шестаков И. Я., Раева О. В., 2017