

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Губарев В.Ю.

ФГБОУ ВПО Воронежская государственная лесотехническая академия (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8)
rivelenasoul@mail.ru

В статье представлена методика расчета минимально допустимой температуры воздуха атмосферы, при которой может работать окрасочно-сушильная камера при проведении работ по техническому сервису лесотранспортных машин на предприятиях лесного комплекса. Автором выполнен расчет минимально допустимой температуры воздуха на примере окрасочно-сушильной камеры Conquer M1.5-W1.5. Показано, что для создания в кабине окрасочно-сушильной камеры условий, необходимых для качественного нанесения лакокрасочных материалов требуется обеспечить скорость потока воздуха в пустой кабине не менее 0,17 м/с но не более 0,30 м/с (оптимальное значение скорости потока воздуха 0,22...0,24 м/с). Для пояснения методики расчета требуемой производительности вентиляционной системы камеры выполнен расчет для Prestige M1.5/W1.5 с внутренними габаритами кабины длиной 7,2 м и шириной 3,96 м. Реальная производительность вентиляционной системы M1.5/W1.5 равна 22000 м³/ч, что больше чем минимально необходимая и следовательно является достаточной. При необходимости проверить условие того, что производительность вентиляционной системы не превышает максимально допустимую, предлагается выполнить повторный расчет, но вместо минимально допустимой скорости воздушного потока необходимо принять максимальную равную 0,3 м/с. Реальная производительность вентиляционной системы M1.5/W1.5 равна 22000 м³/ч, что меньше чем максимально допустимая и следовательно является приемлемой для обеспечения условий необходимых для качественного нанесения лакокрасочных материалов. В статье также выполнен сравнительный анализ технологии, применяемой для нагрева поверхности автомобиля в окрасочно-сушильной камере компанией Metron и компанией IRT.

Ключевые слова: технический сервис, окрасочно-сушильная камера, температура, производительность, технология, воздух, лесотранспортная машина.

IMPROVING TECHNICAL SERVICE MACHINES AT TIMBER ENTERPRISES

Gubarev V.Y.

Voronezh State Academy of Forestry Engineering and Technologies (394087, Voronezh, street Timiryazeva, 8) rivelenasoul@mail.ru

The article presents a method for calculating the minimum allowable temperature of the atmosphere, which can work with painting and drying chamber at work on technical service Logging trucks at timber enterprises. Author calculated the minimum allowable temperature for example painting and drying chamber Conquer M1.5-W1.5. It is shown that in the cockpit to create painting and drier conditions are necessary for a paint application is required to provide the air flow rate in an empty cabin at least 0.17 m / s but not more than 0.30 m / s (optimal air flow rate 0.22 ... 0.24 m / s). To explain the method of calculating the required capacity of the ventilation system for the calculation of the chamber is made Prestige M1.5/W1.5 with internal dimensions of the cabin length of 7.2 m and a width of 3.96 m Actual performance of the ventilation system is 22000 m³ M1.5/W1.5 / h, which is more than the minimum required and hence is sufficient. If necessary, check the condition that the performance of the ventilation system does not exceed the maximum allowed, invited to perform a recalculation, but instead of the minimum allowable airflow is necessary to take a maximum of 0.3 m / s. Actual performance of the ventilation system M1.5/W1.5 is 22000 m³ / h, which is less than the maximum allowed , and therefore is acceptable to provide the conditions necessary for a proper application of paints. The article also made a comparative analysis of the technology used to heat the surface of the car in the painting and drying chamber by Metron and by IRT.

Keywords: technical service, painting and drying chamber, temperature, performance, technology, air Logging machine.

Успешное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту машин с минимальными затратами труда, энергии и материалов во многом зависит от того, насколько хорошо продуманы и отработаны в исходном образце машины возможности смены и возобновления недолговечных элементов [1-3].

В конечном счете, потребители вправе ожидать от конструкторов и технологов промышленности машины с самообеспечиваемыми элементами, приспособленными к компенсации отрицательных последствий износа, который имеет место в период использования машины (т. е. с саморегулирующимися передачами, самосмазывающимися подшипниками, самозатачивающимися режущими органами, самоочищающимися фильтрующими элементами и т.п.). Путь к таким машинам должен быть пройден в возможно более короткий срок. Для этого необходимо проводить разнообразные исследования существующей техники в процессе ее потребления и старения, отрабатывать мероприятия по улучшению конструкций, применять твердые сплавы, полимерные материалы, вибраторы, электронные устройства и т. п.

В результате этих исследований можно получить существенное упорядочение структуры составляющих элементов машин того или другого назначения и дать соответствующую оценку их конструктивного и технологического совершенства. Последняя позволит выявить и подвергнуть первоочередному улучшению отдельные узлы и детали машин, постепенно подчинить общий прогресс техники определенным закономерностям и контролировать его количественными показателями. Ясно, что даже при хорошей теоретической отработке какой-либо машины оказывается, что потребитель не будет заранее знать ряда важных для него характеристик этой машины, свойственных ей по замыслу ее создателей — ученых, конструкторов и технологов [2-4,7].

Именно потому, что многие специалисты и ученые ограничивают содержание теории машин только проблемами создания, не учитывая проблем, которыми в действительности она должна заниматься, в условиях эксплуатации машин приходится сталкиваться с трудностями, которые во многих случаях могли быть предупреждены заранее. Машины, по сложившемуся содержанию теории, не рассматриваются во взаимосвязи их возникновения, развития и отмирания, как исследуются все явления природы современной наукой. Изучение машин, как и всякого другого объекта, только тогда может быть полным, когда теория будет рассматривать эти машины на всех этапах их существования: от схемы машины до полного износа реальных машин в процессе их потребления и старения в производстве.

Потребность машин в смене конструктивных элементов, техническом обслуживании и ремонте есть по существу дополнительные потенциальные затраты и материальные потери, которые несут потребители и которые в большинстве случаев заранее им неизвестны. На самом же деле соответствующие этим потерям показатели должны устанавливаться заранее, а для принимаемых к внедрению в производство новых машин они должны быть узаконены нормативами, определенными на основании теоретических расчетов и результатов испытаний машин. В условиях эксплуатации машины изнашиваются, стареют и, несмотря на проведение мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, а также замене недолговечных деталей, в конце концов, прекращают свое существование [5-8].

Машины как объект исследования должны изучаться в различных направлениях и в результате изучения могут быть выявлены весьма важные и для многих машин новые характеристики. Например, могут быть выявлены допустимые отклонения работоспособности машин в зависимости от срока их службы, дана количественная оценка надежности, долговечности и ремонтпригодности машин в зависимости от наличия сменяемых и возобновляемых элементов и сроков их службы, установлены закономерности нарастания суммированного износа за период использования машин, рассчитаны оптимальные сроки службы машин и отдельных элементов, выявлены особые закономерности амортизации машин со сменяемыми и возобновляемыми элементами, установлены рациональные соотношения мощностей предприятий по производству новых машин, запасных частей к ним и соответствующих ремонтных предприятий и т. д. [9-11]

Нагрев поступающего из атмосферы воздуха происходит при прохождении его через группу притока, в которой установлен теплообменник.

Теплота, которая может быть передана поступающему из атмосферы воздуху, при прохождении его через группу притока, от теплообменника может быть вычислена по формуле:

$$Q = W \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

где W – объем воздуха поступающего из атмосферы, м³/ч;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг·К;

ΔT – разность температур воздуха, который был нагрет при прохождении его через группу притока от теплообменника, и воздуха поступающего из атмосферы.

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad (2)$$

где T_1 – температура, до которой должен быть нагрет воздух (это температура, которая должна поддерживаться в ОСК при окраске автомобиля, задается производителями лакокрасочных материалов и обычно равняется 20 °С), °С;

T_2 - искомая величина минимально допустимой температуры воздуха атмосферы, °С;

Разность температур ΔT может быть вычислена по следующей формуле, полученной из формулы (1):

$$\Delta T = \frac{Q}{W \cdot \rho \cdot c} \quad (3)$$

Ниже приведен расчет минимально допустимой температуры воздуха на примере ОСК Conquer M1.5-W1.5.

Производительность вентиляционной системы: $W = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (берем из технических данных ОСК).

Плотность воздуха: $\rho = 1,293 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Принимаем что процесс нагрева воздуха происходит при неизменном давлении, тогда удельная теплоемкость воздуха будет равна : $c = 1,005 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$.

$1 \text{ кДж} = 0,23885 \text{ ккал}$, поэтому теплоемкость выраженная в килокалориях равна: $c = (1,005 \cdot 0,23885) \text{ ккал}/\text{кг}\cdot\text{К}$

Тепловая мощность теплообменника: $Q = 221 \text{ кВт}$ (берем из технических данных ОСК)

$1 \text{ кВт}/\text{ч} = \frac{1}{0,001163} \text{ ккал}$, поэтому тепловая мощность теплообменника, выраженная в

килокалориях равна: $Q = \left(\frac{211}{0,001163} \right) \text{ ккал}$

ΔT – разность температур воздуха, который был нагрет при прохождении его через группу притока от теплообменника, и воздуха поступающего из атмосферы:

$$\begin{aligned} \Delta T &= \frac{1}{W} \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \frac{1}{c} \cdot Q = \frac{1}{22000} \cdot \frac{1}{1,293} \cdot \frac{1}{0,23885 \cdot 1,005} \cdot \frac{221}{0,001163} = \\ &= \frac{221}{0,31 \cdot 22000 \cdot 0,001163} = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Температура, до которой должен быть нагрет воздух перед подачей в ОСК $T_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Минимально допустимая температура воздуха атмосферы, при которой может быть осуществлена корректная работа окрасочно-сушильной камеры для ОСК Conquer M1,5-W1,5:

$$T_2 = T_1 - \Delta T = 20 - 27,9 = -7,9 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

Для создания в кабине ОСК условий необходимых для качественного нанесения ЛКМ требуется обеспечить скорость потока воздуха в пустой кабине не менее $0,17 \text{ м}/\text{с}$ но не более $0,30 \text{ м}/\text{с}$ (оптимальное значение скорости потока воздуха $0,22 \dots 0,24 \text{ м}/\text{с}$).

Скорость воздуха в кабине ОСК может быть вычислена по следующей формуле:

$$v = \frac{W}{S} \quad (4)$$

где W – производительность вентиляционной системы, $\text{м}^3/\text{с}$;

S – внутренняя площадь поперечного сечения ОСК, м^2 ;

Внутренняя площадь поперечного сечения камеры может быть найдена по формуле:

$$S = D \cdot \Pi \quad (5)$$

где D – длина кабины внутри ОСК, м ;

Ш – ширина кабины внутри ОСК, м;

Производительность вентиляционной системы ОСК может быть вычислена по следующей формуле, полученной из формулы (1).

$$W = v \cdot S \quad (6)$$

Для пояснения методики расчета требуемой производительности вентиляционной системы ОСК произведем расчет для ОСК Prestige M1.5/W1.5 с внутренними габаритами кабины длиной 7,2 м и шириной 3,96 м.

Длина кабины внутри ОСК: $D=7,2$ м.

Ширина кабины внутри ОСК: $Ш=3,96$ м.

Площадь поверхности пола кабины внутри ОСК:

$$S = D \cdot Ш = 7,2 \cdot 3,96 = 28,5 \text{ м}^2$$

Для ОСК с выбранными внутренними габаритными размерами покажем, что производительности вентиляционной системы M1,5/W1,5 достаточно для достижения условий необходимых для качественного нанесения ЛКМ. Для этого зададим минимально допустимую скорость воздушного потока в ОСК 0,17 м/с.

$$v=0,17 \text{ м/с}=(0,17 \cdot 3600) \text{ м/ч.}$$

Тогда минимально необходимая производительность вентиляционной системы ОСК будет равна:

$$W = v \cdot S = (0,17 \cdot 3600) \cdot 28,5 = 17442 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Реальная производительность вентиляционной системы M1.5/W1.5 равна 22000 м³/ч, что больше чем минимально необходимая и следовательно является достаточной.

При необходимости проверить условие того, что производительность вентиляционной системы не превышает максимально допустимую, необходимо выполнить повторный расчет, но вместо минимально допустимой скорости воздушного потока необходимо принять максимальную равную 0,3 м/с.

Максимально допустимая скорость воздушного потока в ОСК 0,3 м/с.

$$v=0,3 \text{ м/с}=(0,3 \cdot 3600) \text{ м/ч.}$$

Тогда максимально допустимая производительность вентиляционной системы ОСК будет равна:

$$W = v \cdot S = (0,3 \cdot 3600) \cdot 28,5 = 30780 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Реальная производительность вентиляционной системы M1.5/W1.5 равна 22000 м³/ч, что меньше чем максимально допустимая и следовательно является приемлемой для обеспечения условий необходимых для качественного нанесения ЛКМ.

**Сравнительный анализ технологии, применяемой для нагрева поверхности
автомобиля в ОСК компанией Metron и компанией IRT**

№	Технология компании Metron	Технология компании IRT
	Применяется длинноволновое инфракрасное излучение, панели жестко закреплены, расположены далеко от поверхности автомобиля.	Применяется коротковолновое инфракрасное излучение, панели скомпонованы в форме арки, передвигающейся по рельсам.
1.	Шлифовать или полировать поверхность можно только через 10-12 часов после окончания процесса сушки, поскольку используется длинноволновое инфракрасное излучение, и полная полимеризация краски происходит только через 10-12 часов после окончания процесса сушки.	Поскольку применяется коротковолновое излучение, процесс полимеризации краски полностью завершен на 100 % сразу же после окончания сушки, что позволяет сразу осуществлять шлифование и шкурение поверхности, т.е. экономия времени составляет 5-12 часов требуемая перед полировкой в обычных ОСК и ОСК Hera, а возврат готового автомобиля клиенту осуществляется в день приема его в автосервис.
2.	Заявленное время сушки 30 минут при использовании технологии применяемой в ОСК Hera, равняется времени сушки в обычной ОСК конвекционным методом.	При применении технологии IRT, время на покраску одного автомобиля уменьшается на 54% с 86 мин. для обычной ОСК до 56 мин. для ОСК с установленной в ней арочной инфракрасной сушкой.
3.	Поскольку заявленное время сушки ничем не отличается от обычных конвекционных ОСК, можно сделать вывод, что заявленного увеличения производительности с 800 – 880 автомобилей в год до 1300-1400 автомобилей в год не произойдет. Из приведенных в файле данных по расчету эффективности использования арочной инфракрасной сушки IRT 7001 видно, что снижение времени технологического процесса покраска - сушка реально происходит только за счет снижения времени сушки окончательного слоя и промежуточного слоя краски. Других способов снижения времени затрачиваемого на выполнение полного цикла ТП нет.	Значительное увеличение производительности ОСК при применении арочной инфракрасной сушки IRT. В приведенных расчетах показано, что производительность ОСК увеличивается с 5,6 до 8,6 ремонтов в день для схемы 7001 и с 11,2 до 17,1 ремонтов в день для схемы 7002.

4.	Заявлено, что среднее потребление электроэнергии для ОСК HERA составляет 20 кВт/час плюс 7,5 кВт/час обеспечение вентиляции в режиме 10% рециркуляции воздуха, итого 27,5 кВт/ч. Среднее потребление электроэнергии при использовании IRT 7001 35 кВт/час плюс 12 кВт на обеспечение 100% вентиляции воздуха, итого 47 кВт/час. Но время сушки при использовании технологии Hera 30 мин., а технологии IRT 10 мин. следовательно затраты на электроэнергию на сушку детали для Hera 13.75 кВт, для IRT 7.8 кВт. Кроме того, ОСК Hera не оснащена дизельной горелкой и теплообменником, но даже после их установки из приведенных расчетов видно, что расходы на топливо при нагревании даже 10% воздуха с 10 до 60 °С, выше, чем при нагревании 100% воздуха вентиляции с 10 до 22 °С, плюс опять же время на сушку детали при помощи IRT технологии меньше в 3 раза чем на сушку детали при помощи технологии Metron.	
5.	Из приведенных расчетов видно, что наибольшая экономическая эффективность достигается не за счет экономии энергоресурсов, а за счет снижения времени на сушку деталей и как следствие, увеличения производительности ОСК. Например, для одного цикла сушки при помощи IRT ИК-сушки экономия на энергоресурсах составляет всего 1,22 EURO, т.е. за сутки 10,5 Euro, в то время как, чистая прибыль за счет увеличения производительности составляет 897 Euro в день.	
6.	Процесс сушки возможен при 90 % рециркуляции воздуха.	Имеется разрешение от ведущих мировых организаций по стандартизации на применение арочной инфракрасной сушки IRT в режиме 90% рециркуляции воздуха, но сам производитель IRT рекомендует использование 100% обновления воздуха в ОСК из соображений безопасности.
7.	Технология Metron одобрена Daimler Chrysler.	Технология IRT одобрена ATEX, GS,CE, UL, ISO 9002, ISO 14001 и GOST. И рекомендована всеми крупнейшими производителями в мире. Для примера DIMLER CHRISLER, WW, BMW, FORD, RENUIT.
8.	Применяемая технология инверторов в ОСК Metron. При помощи инверторов имеется возможность изменять частоту вращения электродвигателей, следовательно, менять производительность вентиляционной системы, и осуществлять плавный пуск электродвигателей. Преимущество изменения частоты заключается в экономии электроэнергии на этапе работы камеры с новыми фильтрами, когда падение давления на фильтрах меньше и следовательно электродвигатели потребляют меньше мощности.	

Список литературы

1. Автомобильные транспортные средства [Текст] / Д.П. Великанов, В.Н. Вернацкий, Б.И. Нифонтов, И.П. Плеханов; под ред. Д.П. Великанова. – М.: Транспорт, 1977. – 326 с.
- 2 Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования [Текст] : монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.И. Вакулин, В.Н. Логачев. – Воронеж, 2011. – 127 с. - Деп. в ВИНТИ 26.09.2011, №420-2011.
- 3 Кондрашова, Е.В. Определение эффективности транспортной работы лесовозной автомобильной дороги [Текст] / Е.В. Кондрашова // Бюллетень транспортной информации (БТИ).

Информационно-практический журнал. - №9 (171), сентябрь, 2009. – С.25-27.

4 Кондрашова, Е.В. Повышение эффективности транспортной работы автомобильных дорог в лесном комплексе [Текст] / Е.В. Кондрашова, А.М. Волков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. университета, 2010. – 232 с.

5 Курьянов, В.К. Повышение эффективности обследования автомобильных дорог в районах лесозаготовок / В.К. Курьянов, Е.В. Кондрашова, Ю.В. Лобанов. – Москва: Изд-во РАЕ, 2010. – 130 с.

6 Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации: монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.И. Вакулин, В.Н. Логачев. – Москва: издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.

7 Рябова, О.В. Совершенствование методов оценки транспортно-экологических качеств автомобильных дорог / О.В. Рябова, Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников. - Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. универ., 2005. – 277 с.

8 Скрыпников, А.В. К вопросу повышения безопасности движения на лесовозных автомобильных дорогах и дорогах общего пользования / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, В.Ю. Губарев, А.Б. Киреев. - Москва: Издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 168 с.

9 Скрыпников, А.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог [Текст] / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т. В. Скворцова // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6; URL: www.science-education.ru/100-5155.

10 Скрыпников, А.В. Оптимизация межремонтных сроков лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т. В. Скворцова // Фундаментальные исследования. Москва, 2011. – № 8 (ч. 3). - С. 667-671.

11 Скрыпников, А.В. Оценка транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог в системе автоматизированного проектирования (САПР АЛД) / А.В. Скрыпников. - Воронеж: Издательство Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2008. – 387 с.

Рецензенты:

Скрыпников А.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры информационные технологии моделирования и управления ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г.Воронеж.

Кондрашова Е.В., д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г.Воронеж.

