

раствора при кладке и снижает общую теплопроводность кладки.

2. Выявлено, что в процессе обжига материала из кремнеземистой техногенной шихты с добавкой высококальциевой золы-уноса и закарбонизованного суглинка формирование структуры протекает через фазу образования и разрушения первичной конденсационно-кристаллизационной структуры (100-500 °С) и этап образования вторичной высокопрочной структуры (550-950 °С). Установлено, что рациональная температура обжига для изготовления эффективных керамических изделий – 900 °С.

3. Отформованный сырец, высушенный при 100-200 °С, водостоек (K_p выше 0,8), что указывает на возможность изготовления как обжиговых, так и ресурсосберегающих низкообжиговых материалов (по типу грунтоблоков) из предлагаемой сырьевой шихты на основе пыли газоочистки производства ферросплавов с добавками высококальциевой золы-уноса и закарбонизованного суглинка.

Литература

1. Лохова Н.А. Морозостойкие строительные керамические материалы и изделия на основе кремнеземистого сырья: моногр. Братск: БрГУ, 2009. 268 с.

2. Лохова Н.А., Макарова И.А., Патраманская С.В. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема: моногр. Братск: БрГТУ, 2002. 163 с.

3. Бастрыгина С.В. Изменение гидросиликатов магния в процессе хранения и возможность их переработки в строительные и технические материалы: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Апатиты, 2002. 21 с.

4. Лохова Н.А., Вихрева Н.Е. Эффективная стеновая керамика на основе высококальциевой золы-уноса // Строительные материалы. 2006. № 2. С. 50-51.

References

1. Lokhova N.A. Frost building ceramic materials and products based on silica material: monograph. Bratsk: BrGU, 2009. 268 p.

2. Lokhova N.A., Makarova I.A., Patramanskaya S.V. Firing materials based on silica fume: monograph. Bratsk: BrGTU, 2002. 163 p.

3. Bastrygina S.V. Change hydro magnesium during storage and the possibility of processing in building and technical materials. Cand. techn. Sci. abs. diss. Apatity, 2002. 21 p.

4. Lokhova N.A., Vikhreva N.E. Effective wall ceramics based on high-Ca fly ash // Stroitel'nyye materialy. 2006. № 2. P. 50-51.

УДК 630*377

Топливная экономичность технологического процесса перемещения пиломатериалов вилочным автопогрузчиком

А.А. Коваленко ^a, Б.Г. Мартынов ^b

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. Кирова, пер. Институтский 5, Санкт-Петербург, Россия

^akovalenko_aleksandr@yahoo.com, ^blesbisnes@mail.ru

Статья получена 16.06.2014, принята 19.08.2014

Колесные вилочные погрузчики на современных деревообрабатывающих предприятиях занимают одну из ключевых позиций по внутренним перемещениям пиломатериалов. Во время выполнения данного технологического процесса – перемещения пиломатериалов – особое внимание уделяется экономии топлива и рационализации его использования. Наиболее эффективное использование топлива помогает снизить удельные приведенные затраты, что способствует в целом снижению общих затрат. В статье приведены методика определения расхода топлива по операциям и экспериментальные данные техпроцесса перемещения пиломатериалов в сушильную камеру вилочным погрузчиком на деревообрабатывающем предприятии. Был составлен баланс топлива и определена вероятность появления его составляющих операций. Проведен статистический анализ полученных данных расхода топлива на выполнение технологического процесса. Дана оценка эффективности использования топлива. Сведены в таблицу все экспериментальные и аналитические данные. Определены основные факторы, влияющие на работу вилочного погрузчика при перемещении пиломатериалов в сушильную камеру. Приводятся зависимости расхода топлива в виде удельного расхода топлива от природно-производственных факторов и линейные регрессионные уравнения, прогнозирующие топливную экономичность. В заключение статьи приведены выводы и рекомендации по достижению рационального использования топлива.

Ключевые слова: удельный расход топлива, топливная экономичность, природно-производственные факторы, вилочный погрузчик.

Fuel economy for the technical process of moving the timber with forklift truck

A.A. Kovalenko^a, B.G. Martynov^b

St. Petersburg State Forestry Engineering University under name of S.M. Kirov, 5 Institut'sky lane, St. Petersburg, Russia

^akovalenko_aleksandr@yahoo.com, ^blesbisnes@mail.ru

Received 16.06.2014, accepted 19.08.2014

Wheel forklift trucks take one of the key positions on modern timber enterprises according to internal timber displacement. During the technical process, i.e. the process of moving the timber, the particular attention has been taken to fuel economy and efficiency. Most efficient use of fuel helps to reduce the unit costs presented, which contributes to the overall reduction in the total cost. The article presents the method of determining the fuel consumption over transactions and the experimental data of the technical process of moving the timber into the drying chamber with a forklift truck on a timber enterprise. A fuel balance has been made up and the occurrence probability of its constituent operations has been determined. A statistical data analysis of fuel consumption for performing the technical process has been carried out. Fuel efficiency has been estimated. All the experimental and analytical data have been tabulated. The main factors affecting the operation of the forklift truck when moving the timber into the drying chamber have been determined. The dependences of the fuel consumption in the form of specific fuel consumption on natural factors of production and the linear regression equation predicting fuel economy have been presented. Finally, the article presents some conclusions and recommendations to achieve the sustainable fuel use.

Keywords: fuel consumption, fuel economy, natural factors of production, forklift truck.

Введение. При транспортировании пиломатериалов вилочным автопогрузчиком большое внимание уделяется топливной экономичности данного технологического процесса (ТП). Затраты на топливо составляют значительную величину удельных приведенных затрат (руб/т или руб/м³). Для выявления путей снижения суммарных затрат необходимо знать их распределение по отдельным операциям ТП и какое количество топлива требуется для перемещения одного кубометра пиломатериалов.

С этой целью были проведены экспериментальные исследования технологического процесса по перемещению пиломатериалов в сушильную камеру вилочным погрузчиком E50S производства компании *Princeton*. Его мощность и грузоподъемность составляют 36 кВт и 3100 кг. Для изменения направления движения на погрузчике установлены колеса, способные разворачиваться при остановках на одном месте [1].



Рис. 1. Вилочный погрузчик *Princeton E50S*

Методика исследования. Исследования выполнялись на деревообрабатывающем заводе «Статус» в Тосненском районе Ленинградской области. Были определены:

- суммарные затраты топлива на выполнение одного цикла ТП;
- затраты топлива на выполнение отдельных операций цикла ТП и вероятность их распределения;
- удельный расход топлива ТП;
- характер и степень влияния основных факторов на ТП.

Продолжительность смены подразделяется на основное время, когда непосредственно осуществляется технологический процесс, и вспомогательное, затрачиваемое на выполнение подготовительно-заключительных работ. ТП выполняется с постоянным чередованием циклов. При хорошей организации работ в течение смены внецикловые затраты топлива могут быть сведены к минимуму и мало изменятся. Объем топлива, затрачиваемый на выполнение отдельных операций цикла, имеет непрерывные колебания.

Наблюдение за ТП дало возможность установить его основные и вспомогательные операции, что позволило составить выражения, отражающие затраты топлива на их выполнение в течении цикла:

- баланс затрат топлива:

$$m(Q_{\Pi}) = m(Q_{px}) + m(Q_{pn}) + m(Q_{xx}) + m(Q_{xo}) + m(Q_{tto}), \text{ кг}; \quad (1)$$

- вероятность появления составляющих баланса:

$$P(Q_{px}) + P(Q_{pn}) + P(Q_{xx}) + P(Q_{xo}) + P(Q_{tto}) = 1; \quad (2)$$

- удельный расход топлива на ТП:

$$m(q_Q) = \frac{m(Q_{\Pi})}{m(V_{\text{пак}})}, \text{ кг/м}^3. \quad (3)$$

Составляющие баланса затрат топлива и другие показатели являются случайными величинами, которые представлены математическими ожиданиями в выражении (1) следующими обозначениями: $m(Q_{\Pi})$, $m(Q_{px})$, $m(Q_{pn})$, $m(Q_{xx})$, $m(Q_{xo})$ и $m(Q_{tto})$, где, соответственно, обозначены затраты топлива цикла, рабочего хода погрузчика, рабочего подъема пакета пиломатериалов, холостого хода погрузчика, холостого хода опускания вил погрузчика, остановок погрузчика для технического и технологического обслуживания [2].

В выражении (2) $P(Q_{px})$, $P(Q_{pn})$, $P(Q_{xx})$, $P(Q_{xo})$ и $P(Q_{tto})$ обозначают, соответственно, вероятность появления рабочего хода погрузчика, рабочего подъема пачки пиломатериалов, холостого хода погрузчика, холостого хода опускания вил погрузчика, остановок погрузчика для технического и технологического обслуживания.

В формуле (3) $m(V_{\text{пак}})$ обозначает математическое ожидание объема пакета пиломатериалов.

Таблица 1

Значения затрат топлива на выполнение одного цикла технологического процесса на перемещение пиломатериалов в сушильную камеру вилочным погрузчиком в условиях ДОЗа «Статус»

| Показатель | Значение | | | |
|---|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------|
| | Диапазон изменения | Среднее значение | | |
| | | $m(X_{\min}) \dots m(X_{\max})$ | $m(X_{\text{cp}})$ | $m(\sigma_X)$ |
| условия выполнения ТП | | | | |
| $m(V_{\text{пак}}), \text{ м}^3$ | 2,56...3,36 | 2,96 | 0,20 | 6,77 |
| $m(G_{\text{пак}}), \text{ кН}$ | 2020...3020 | 2520 | 254 | 10,06 |
| $m(l_{\text{px}}), \text{ м}$ | 926,2...1193,8 | 1060 | 66,89 | 6,31 |
| $m(l_{\text{xx}}), \text{ м}$ | 831,5...1108,5 | 970 | 69,26 | 7,14 |
| затраты топлива на выполнение одного цикла ТП | | | | |
| $m(Q_{\text{px}}), \text{ кг}$ | 1,46...2,46 | 1,96 | 0,25 | 12,98 |
| $m(Q_{\text{xx}}), \text{ кг}$ | 0,40...0,54 | 0,47 | 0,034 | 7,27 |
| $m(Q_{\text{pn}}), \text{ кг}$ | 0,007...0,011 | 0,009 | 0,001 | 9,09 |
| $m(Q_{\text{xo}}), \text{ кг}$ | 0,002...0,004 | 0,003 | 0,0005 | 16,66 |
| $m(Q_{\text{tto}}), \text{ кг}$ | 0,01...0,018 | 0,014 | 0,002 | 12,5 |
| $m(Q_{\text{п}}), \text{ кг}$ | 1,94...2,98 | 2,46 | 0,26 | 10,38 |
| $m(q_{\text{д}}), \text{ кг/м}^3$ | 0,67...0,99 | 0,83 | 0,078 | 9,43 |

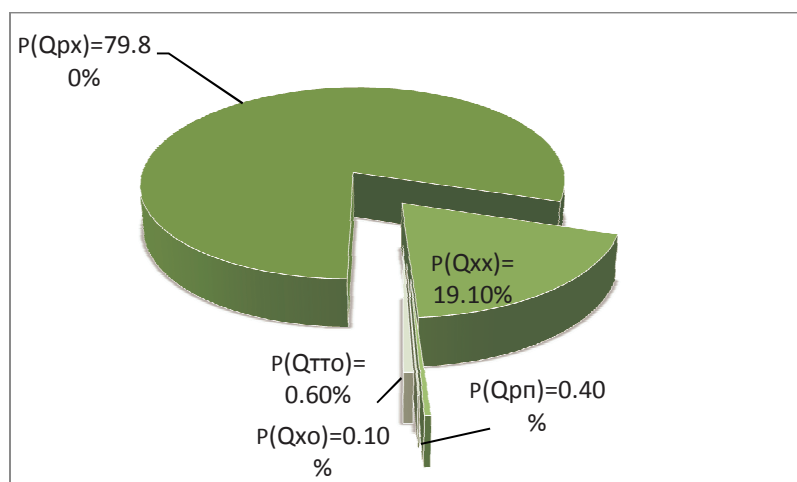


Рис. 2. Диаграмма распределение вероятностей появления затрат топлива на выполнение операций технологического процесса

Результаты исследования. В результате экспериментальных исследований определены и представлены в виде балансов (1) затраты топлива на выполнение операций одного цикла ТП. Они количественно приведены в таблице и в вероятностном виде – диаграммой на рис. 2. Расход топлива определялся с помощью расходомера ДРТ-ЛСХИ и набором мерных емкостей. В таблице также приведены значения основных показателей, характеризующих условия выполнения ТП. Это вес $m(G_{\text{пак}})$ и объем $m(V_{\text{пак}})$ перемещаемого пакета

пиломатериалов, пройденный путь рабочего $m(l_{\text{px}})$ и холостого $m(l_{\text{xx}})$ хода погрузчика.

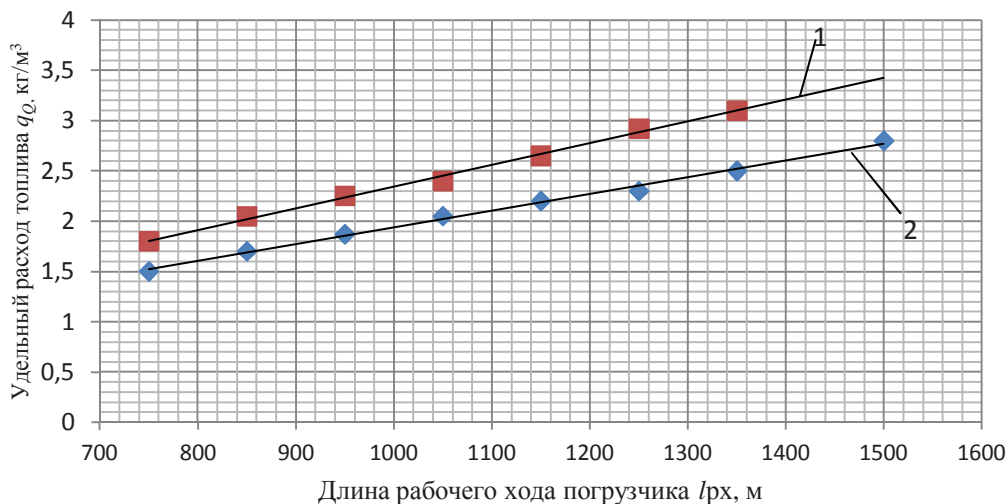
Наибольший расход топлива приходится на выполнение технологической операции ТП, при которой совершается грузовой ход погрузчика с пакетом пиломатериалов. На него приходится 79,8 % цикловых затрат топлива. Значительное количество топлива ТП (19,1 %) затрачивается на холостой ход погрузчика за очередным пакетом. Что касается затрат топлива на выполнение рабочего подъема пакета, холостого хода погруз-

чика, опускания вил погрузчика и его остановок для технического и технологического обслуживания, то они имеют низкие значения – 0,1...0,6 %.

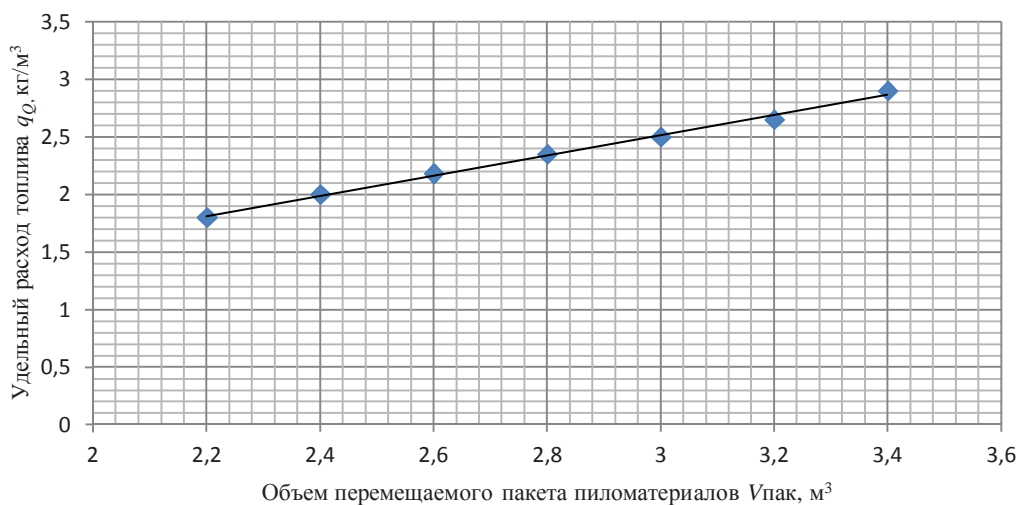
В целом затраты топлива на перемещение 2,96 м³ пиломатериалов за один цикл ТП составили 2,46 кг. Сменный расход топлива равен 58,5 кг, что позволило загрузить сушильную камеру пиломатериалами в объеме 68,1 м³. Удельный расход топлива составил: за

цикл $m(q_{QЦ}) - 0,83 \text{ кг/м}^3$; за смену $m(q_{QСМ}) - 0,86 \text{ кг/м}^3$.

Во время эксперимента, особое внимание было уделено устойчивости показателей ТП. Для этого были определены диапазоны изменения показателей $X_{\min...X_{\max}}$, их среднеквадратичное отклонение σ_X и коэффициент вариации K_V . Судя по значениям показателей, следует отметить, что выполнение ТП производилось с невысокой степенью их изменчивости.



а)



б)

Рис. 3. Изменение циклового удельного расхода а (1 – за цикл, 2 – за рабочий ход) топлива в зависимости от длины рабочего хода погрузчика (а) и объема перемещаемого пакета пиломатериалов (б)

В процессе экспериментов установлены характер и степень влияния основных влияющих факторов на топливную экономичность ТП. Это изменение объема пакета пиломатериалов $V_{пак}$ и изменение длины рабочего хода погрузчика $l_{рх}$. В качестве оценочных показателей использовались удельные затраты топлива при выполнении рабочего хода $q_{Qрх}$ и выполнении цикла ТП $q_{QЦ}$. Изменения оценочных показателей в зависимости от указанных факторов представлены графически на

рис. 3. Изменение показателей $q_{Qрх}$ и $q_{QЦ}$ под влиянием факторов $V_{пак}$ и $l_{рх}$ имеет линейный характер.

При росте значений влияющих факторов наблюдается повышение расхода топлива. Так, увеличение длины рабочего хода погрузчика на 100 м и пакета пиломатериалов на 0,4 м³ вызывает рост удельного расхода топлива $q_{QЦ}$ соответственно на 0,22 и 0,3 кг/м³. В первом случае увеличение длины рабочего хода отрицательно сказывается на использовании топлива, во втором случае – положительно.

$$q_{QЦ} = -0.004 + 0.0024l_{рх} \quad (4)$$

$$q_{Qрх} = 0.0098 + 0.0019l_{рх} \quad (5)$$

$$q_{QЦ} = 0.0045 + 0.8186V_{пак} \quad (6)$$

Представленные на рис. 3 зависимости описываются простыми линейными регрессиями (4), (5) и (6). Их коэффициент детерминации $RI = 0,963...0,993$ говорит о том, что варьирование показателей $q_{Qрх}$ и $q_{QЦ}$ на 96...99 % описывается регрессионной линией. Уровни значимости t -критерия для обоих коэффициентов всех уравнений менее 0,05, т. е. коэффициенты достоверны на уровне значимости 5 %. Уровни значимости F -критерия, оценивающего достоверность регрессионного уравнения в целом, у всех уравнений меньше 0,05, что говорит о высокой степени достоверности полученных уравнений зависимостей показателей $q_{Qрх}$ и $q_{QЦ}$ от факторов $V_{пак}$ и $l_{рх}$. Коэффициент корреляции между переменными составляет $r = 0,98...0,99$.

Для снижения расхода топлива необходимо при проектировании ТП разработать рациональную кинематику движения погрузчика с минимальным рабочим и холостым ходом, а также формировать объем пакета пиломатериалов, исходя из потенциальных возможностей погрузчика и габаритной проходимости.

Выводы

В результате проведенных исследований установлены характер и степень влияния основных природно-производственных факторов на топливную экономичность технологического процесса перемещения пиломатериалов в сушильную камеру вилочным погрузчиком в условиях ДОЗа «Статус». Предложены пути достижения рационального использования топлива. Выявлен количественный расход топлива на отдельные операции технологического процесса, а также его удельный расход. Полученные регрессионные уравнения позволяют прогнозировать топливную экономичность рассматриваемого технологического процесса.

Литература

1. Гриневич Г.П., Мачульский И.И., Алепин Е.А. Вилочные погрузчики. М.: Машиностроение, 1974. 216 с.
2. Прохоров В.Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 304 с.

References

1. Grinevich G.P., Machul'skii I.I., Alepin E.A. The Forklifts. M.: Mashinostroenie, 1974. 216 p.
2. Prokhorov V.B. Explotation of machines in the Forestry. M.: Lesn. prom-st', 1978. 304 p.

УДК 674.416

Влияние вида резания и зоны сечения кряжа на шероховатость строганой поверхности древесины лиственницы

С.П. Исаев^a, Н.О. Бегункова^b, О.И. Бегунков^c, В.В. Заев^d

Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, Россия

^aSPIsaev@gmail.com, ^bnatali-beg@mail.ru, ^colegbeg@mail.ru, ^dGhostvv@mail.ru

Статья получена 15.06.2014, принята 16.08.2014

В статье приведены результаты исследования влияния вида резания на шероховатость поверхности строганого шпона, изготовленного из древесины лиственницы. Помимо вида резания исследовано влияние зон поперечного сечения круглого лесоматериала на шероховатость поверхности шпона. При проведении эксперимента использовался метод многофакторного планирования с применением В-плана второго порядка. В эксперимент были включены два фактора: координата по ширине бруса и координата по его высоте. При этом размерность координат была задана в долях диаметра круглого лесоматериала. В результате реализации опытов и обработки данных эксперимента получены уравнения регрессии, устанавливающие влияние условий резания древесины лиственницы на шероховатость строганой поверхности. Анализ графических зависимостей, построенных на основании уравнений регрессии, позволил установить, что наиболее качественный шпон получается при продольном направлении движения резания. При этом шероховатость поверхности (Rt_{max}) строганого шпона примерно в 2,5 раза ниже, чем поверхности шпона, сформированного при поперечном движении резания, что позволяет уменьшить толщину шпона с 0,8 мм до 0,6 мм и обеспечить увеличение выхода строганого шпона в среднем на 25 %.

Ключевые слова: шероховатость, строганый шпон, лиственница, вид резания.