

## ***Новые технологические решения в лесозаготовках, деревообработке и отделке***

**Азарёнок В.А., Гаева Е.В., Чамеев В.В.** (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

### **СИНХРОНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГОЛОВНОГО СТАНКА ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА С ПРЕДШЕСТВУЮЩИМИ ОПЕРАЦИЯМИ ПРИ РАСПИЛОВКЕ СЫРЬЯ ВРАЗВАЛ**

#### ***THE HEAD TOOL WORK SYNCHRONIZATION OF WOOD SHOP WITH PREVIOUS OPERATIONS AT UP RAW MATERIAL WADDLINGLY SAWING***

Учитывая становление малого и среднего бизнеса, существующие объёмы лесозаготовок лесопромышленных предприятий (ЛПП), большое наличие в лесообработывающих цехах (ЛОЦ) одноэтажных лесопильных рам, следует учесть разработки вариантов реконструкции лесопильных предприятий ОАО «Научдревпром-ЦНИИМОД»: если конкретный рынок потребления отвергает пиломатериалы рамной распиловки, то предлагается замена рамных потоков на круглопильные и ленточнопильные потоки. При недостаточности финансирования рекомендуется, в первую очередь, заменить лесопильные рамы 2-го ряда многопильными круглопильными станками. Наибольший удельный вес в лесопилении занимают лесопильные рамы. Повышение эффективности их работы в условиях малообъёмных лесозаготовок, характерных для настоящего периода, актуальная задача для ЛПП. В данной работе приведены результаты исследований функционирования наиболее распространённой на ЛПП лесопильной рамы модели Р63-4Б для различных производственных условий.

Стохастичность входного потока лесоматериалов, поступающих в пачках со склада сырья в лесообработывающий цех при помощи подъемно-транспортного механизма, требует межоперационного запаса пачек бревен перед цехом, а стохастичность поступления бревен по подающему транспортеру межоперационного запаса перед головным станком. Недостаточная ёмкость питателей снижает загрузку головного станка сырьем и, следовательно, производительность цеха, как по сырью, так и по готовой продукции. В этой связи целесообразно выявить и оценить зависимость коэффициента загрузки головного станка сырьем от ёмкости накопителей. Расчёты проведены для средних условий работы цехов ЛПП Среднего Урала. Исследовался технологический процесс потока: подача пачек бревен с объемами  $7,4 \text{ м}^3$  со склада сырья в цех производится подъемно-транспортным механизмом (ПТМ) со средней длительностью цикла 480 с. С питателя пачек бревен сырьё поштучно подается продольным транспортером Б-22Е-01 со скоростью 0,8 м/с на питатель одноэтажной лесопильной рамы Р63-4Б. Параметры длительности цикла деления круглых лесоматериалов для станка Р63-4Б по заданным поставкам определены по компонент-программе (кп) «СТАНОК» [1] комплекс-программы (КП) «ЦЕХ». Методология решения технологических задач с исполь-

зованием имитационного моделирования, в частности на базе КП «ЦЕХ», изложена в работах [2,3].

Возможны следующие основные способы синхронизации работы головного станка ЛОЦ с предшествующими операциями: - 1. Назначение оптимальной емкости питателя пачек бревен  $E_{\Pi}^{ПБ}$  при “жесткой связи” головного станка ГС1 с подающим транспортером (практически длина питателя ГС1  $L_{\Pi}^{ГС1} = d_{\max}$ , где  $d_{\max}$  – максимальный диаметр бревна); - 2. Назначение оптимальной длины питателя бревен головного станка  $L_{\Pi}^{ГС1}$  при минимальной емкости питателя пачек бревен; - 3. Назначение оптимальных емкостей питателей  $E_{\Pi}^{ПБ}$  и  $L_{\Pi}^{ГС1}$ . При не достижении должного коэффициента загрузки головного станка сырьем  $K_3^{ГС1}$  перечисленными способами параметры длительности цикла подъемно-транспортного механизма  $t_{\Pi}^{ПТМ}$  на подаче пачек бревен к цеху уменьшаются.

**Влияние ёмкости питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  перед цехом на загрузку лесопильной рамы**

Задача решалась для наиболее тяжёлых условий работы ГС – распиловка несортированного пиловочного сырья вразвал на не обрезные пиломатериалы. Результаты имитационного моделирования по КП “ПОТОК” КП “ЦЕХ” заданной схемы технологического процесса в диапазоне средних толщин круглых лесоматериалов  $d_{СР}=16...30$  см приведены в табл.1.

Таблица 1 – Коэффициенты загрузки  $K_3^{ГС1}$  лесопильной рамы Р63-4Б сырьем при распиловке несортированных бревен вразвал в зависимости от  $E_{\Pi}^{ПБ}$  и  $d_{СР}$

$E_{\Pi}^{ПБ}$		Средний диаметр сырья $d_{СР}$ , см							
		16	18	20	22	24	26	28	30
1 п; 7,4 м <sup>3</sup>	1 п	0,905	0,896	0,889	0,883	0,878	0,875	0,871	0,868
	2 п; 14,8 м <sup>3</sup>	0,953	0,947	0,942	0,939	0,935	0,932	0,928	0,925
	3 п; 22,8 м <sup>3</sup>	0,970	0,964	0,959	0,955	0,951	0,948	0,945	0,943
	4 п; 29,6 м <sup>3</sup>	0,978	0,975	0,970	0,967	0,965	0,963	0,960	0,959
$\Delta K_3^{ГС1}$	2 п	0,048	0,051	0,053	0,056	0,057	0,057	0,057	0,057
	3 п	0,065	0,068	0,070	0,072	0,073	0,073	0,074	0,075
	4 п	0,073	0,079	0,081	0,084	0,087	0,088	0,089	0,091

Статистическая обработка данных табл. 1 позволила построить зависимость  $K_3^{ГС1} = f(d_{СР})$  для Р63-4Б

$$K_3^{ГС1}(1п; d_{\max}) = \frac{0,8304d_{СР}}{d_{СР} - 1,3115}, \text{ при минимальном значении } E_{\Pi}^{ПБ} = 1 \text{ п} = 7,4 \text{ м}^3.$$

Анализ функции показывает, что  $K_3^{ГС1}$  с увеличением среднего диаметра сырья  $d_{СР}$  с 16 до 30 см уменьшается с 0,905 до 0,868 и со всех позиций является недостаточ-

ным. Увеличение емкости питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  значительно повышает коэффициент загрузки лесопильной рамы сырьем до приемлемых значений. Если принять, что коэффициент загрузки лесопильной рамы должен составлять не менее 0,95, то при распиловке сырья с  $d_{CP}=16$  см емкость питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  должна быть рассчитана на две пачки бревен, а при  $18 \leq d_{CP}, \text{см} \leq 24$  – на три пачки. Емкость  $E_{\Pi}^{ПБ}$  равная 4 пачкам удовлетворяет весь диапазон средних диаметров сырья  $d_{CP}=16 \dots 30$  см.

Рост коэффициента загрузки  $\Delta K_3^{ГC1}$  лесопильной рамы сырьем за счет увеличения емкости питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  пачек бревен составляет:

$$\Delta K_3^{ГC1} = K_3^{ГC1}(N_{\Pi}; d_{\max}) - K_3^{ГC1}(1; d_{\max}).$$

Для  $N=2$   $\Pi$  он колеблется от 0,048 до 0,057 в зависимости от  $d_{CP}$ ; для  $N=3$   $\Pi$  рост составляет от 0,065 до 0,075, а при  $N=4$   $\Pi$  – от 0,073 до 0,091.

Таким образом, увеличение емкости питателя пачек бревен  $E_{\Pi}^{ПБ}$  позволяет достичь максимальной величины  $K_3^{ГC1}$ . Так при  $N=4$   $K_3^{ГC1}=0,97$  для  $d_{CP}=16$  см, а при  $d_{CP}=30$  см  $K_3^{ГC1}=0,959$ . Для размещения требуемого объема пачек бревен на питателе  $E_{\Pi}^{ПБ}$  созданы различные механизмы. Так у питателя типа РБ-100 и ЛТ-80Б рабочий объем позволяет разместить до  $10 \text{ м}^3$  бревен. Если требуется питатель повышенной емкости (на 2-3 пачки), то у модели ЛТ-79А рабочая длина для размещения пачек бревен составляет 6000 мм. На питателе КСП-10 размещается до  $30 \text{ м}^3$  бревен.

### ***Влияние длины питателя перед лесопильной рамой на коэффициент её загрузки***

Выше было показано, что увеличение только ёмкости питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  не всегда достигает требуемого  $K_3^{ГC1}$ . Значительно уменьшить неравномерности от выполнения предшествующих операций на коэффициент загрузки сырья головного станка возможно только путем оптимального назначения емкостей питателей  $E_{\Pi}^{ПБ}$  и  $L_{\Pi}^{ГC1}$ . При этом, если  $E_{\Pi}^{ПБ}$  окажется недостаточной, то питатель  $L_{\Pi}^{ГC1}$  принимает на себя часть функций питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$ , т.е. недостаточная емкость питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  компенсируется излишней емкостью питателя головного станка  $L_{\Pi}^{ГC1}$ . Ниже, в табл. 2 изложены результаты исследований по определению величины  $K_3^{ГC1}$  в зависимости от величины  $L_{\Pi}^{ГC1}$  при фиксированной величине  $E_{\Pi}^{ПБ}=1 \text{ п} = 7,4 \text{ м}^3$  в диапазоне средних значений диаметров  $d_{CP}=16 \dots 30$  см с шагом 2 см. Анализ результатов имитационного моделирования распиловки несортированных круглых лесоматериалов на не обрезные пиломатериалы, проведенных по кп "ПОТОК", показывает (рис. 1а), что в функции  $K_3^{ГC1} = f(L_{\Pi}^{ГC1})$ , в общем случае, можно выделить три зоны увеличения коэффициента

загрузки станка. В 1-й зоне с незначительным увеличением  $L_{\Pi}$  наблюдается резкий рост  $K_3^{ГC1}$ . Третья зона является противоположностью первой. Рост  $L_{\Pi}^{ГC1}$  сопровождается незначительным увеличением  $K_3^{ГC1}$ , т.е. коэффициент загрузки станка сырьем стабилизируется и несущественно зависит от  $L_{\Pi}^{ГC1}$ . Вторая зона является переходной. В этой связи, появляется возможность выбора оптимального значения  $L_{\Pi}^{ГC1}$  на стыке 2-й и 3-й зон, которое можно назвать стабилизационным. В случае отсутствия зоны стабилизации или неприемлемости найденного значения  $L_{\Pi}^{ГC1}$  целесообразно применить принцип "разумной достаточности" в выборе  $L_{\Pi}^{ГC1}$  при  $K_3^{ГC1} \approx 0,95$  или  $0,975$ .

Анализ значений  $K_3^{ГC1}$ , проведенный для средних диаметров  $d_{CP}$  (табл.2, рис. 1 б) позволил выявить изменение  $L_{\Pi}^{ГC1}$  от  $d_{CP}$ , которое можно приближенно выразить уравнением:  $L_{\Pi}^{ГC1} = 185,1923 + 5,6731d_{CP}$ , при этом коэффициент загрузки лесопильной рамы Р63-4Б сырьем составляет соответственно  $K_{3\text{CT}}^{ГC1} = 0,9998 - 0,0004392d_{CP}$ .

Графическое изображение полученных уравнений  $L_{\Pi}^{ГC1} = f(d_{CP})$  и  $K_{3\text{CT}}^{ГC1} = f(d_{CT})$  представлены на рис. 1 а, б. Коэффициенты загрузки  $K_{3\text{CT}}^{ГC1}$  для всех  $d_{CP}$  достаточно высоки (от 0,993 при  $d_{CP} = 16$  см до 0,987 при  $d_{CP} = 30$  см), однако  $L_{\Pi}^{ГC1}$  также имеют немаленькие значения (от 275 см для  $d_{CP} = 16$  см до 355 см для  $d_{CP} = 30$  см). Установка питателей с такими значениями  $L_{\Pi}^{ГC1}$  возможна не во всех случаях. Ограничив  $K_3^{ГC1}$  определенным значением, достаточным исходя из здравого смысла, можно значение  $L_{\Pi}^{ГC1}$  свести до приемлемой величины.

Сняв значения  $L_{\Pi}^{ГC1}$  из графиков  $K_3^{ГC1} = f(L_{\Pi}^{ГC1})$  (на рисунке 1 б в качестве примера представлены зависимости для  $d_{CP} = 16, 20, 24, 28$  см) при принятых значениях  $K_3^{ГC1}$ , аппроксимировав их, получим приближенные уравнения

$$L_{\Pi}^{ГC1} \text{ при } K_3^{ГC1} = 0,975 = 6,9238d_{CP} + 17,1358, \quad L_{\Pi}^{ГC1} \text{ при } K_3^{ГC1} = 0,95 = 5d_{CP} - 5.$$

Таблица 2 – Коэффициенты загрузки  $K_3^{ГС1}$  лесопильной рамы Р63-4Б при распиловке несортированного сырья вразвал в зависимости от  $d_{СР}$  и  $L_{П}^{ГС1}$  при  $E_{П}^{ПБ} = 1$   $\Pi = 7,4$  м<sup>3</sup>

$d_{СР}$ , см	Длина питателя головного станка $L_{П}^{ГС1}$ , см.														
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	400	500
16	0,932	0,952	0,971	0,968	0,984	0,986	0,987	0,993	0,994	0,996	0,994	0,994	0,997	0,996	0,996
18	0,924	0,944	0,958	0,970	0,977	0,978	0,986	0,981	0,990	0,992	0,992	0,995	0,995	0,995	0,995
20	0,908	0,929	0,958	0,962	0,970	0,975	0,982	0,991	0,992	0,994	0,994	0,997	0,992	0,995	0,993
22	0,907	0,925	0,949	0,955	0,966	0,979	0,984	0,987	0,991	0,989	0,991	0,992	0,992	0,990	0,993
24	0,899	0,916	0,931	0,942	0,949	0,970	0,979	0,983	0,988	0,988	0,990	0,989	0,990	0,986	0,992
26	0,888	0,906	0,928	0,942	0,950	0,966	0,974	0,979	0,984	0,986	0,990	0,989	0,993	0,991	0,993
28	0,886	0,898	0,929	0,941	0,954	0,971	0,969	0,976	0,980	0,990	0,988	0,989	0,990	0,991	0,990
30	0,873	0,904	0,925	0,938	0,955	0,968	0,969	0,972	0,975	0,986	0,988	0,990	0,986	0,991	0,986

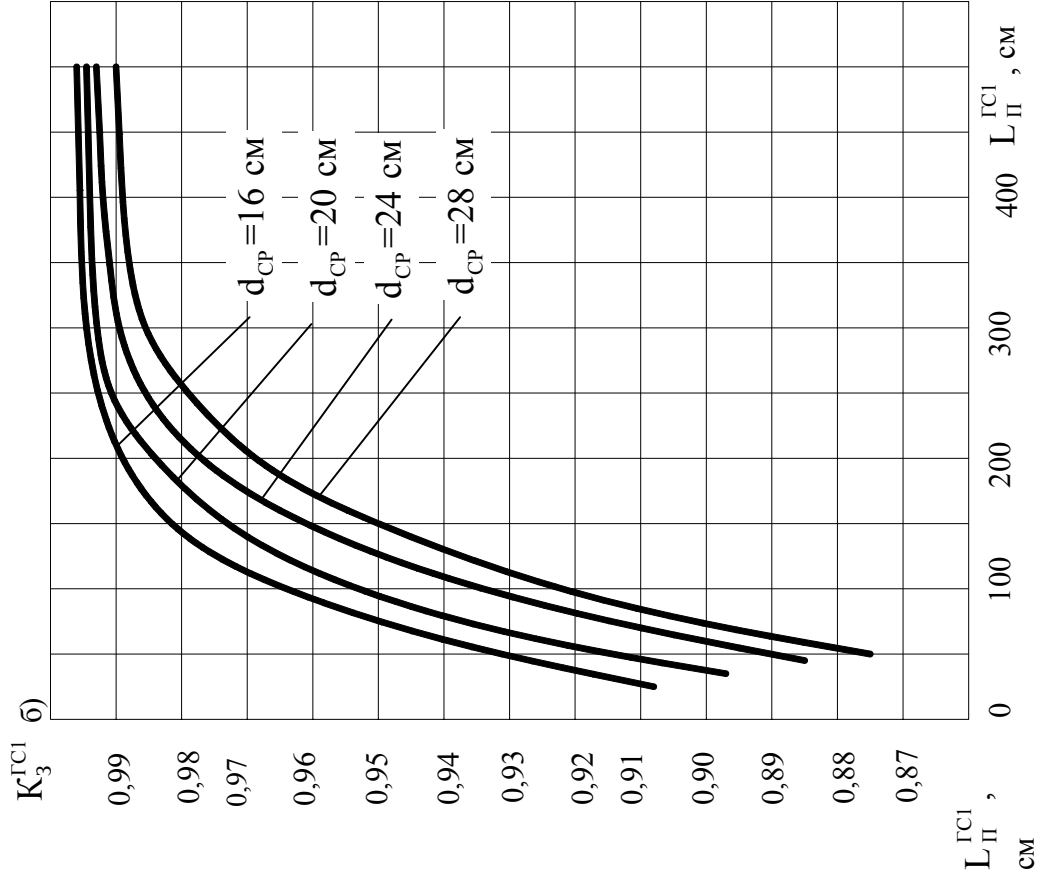
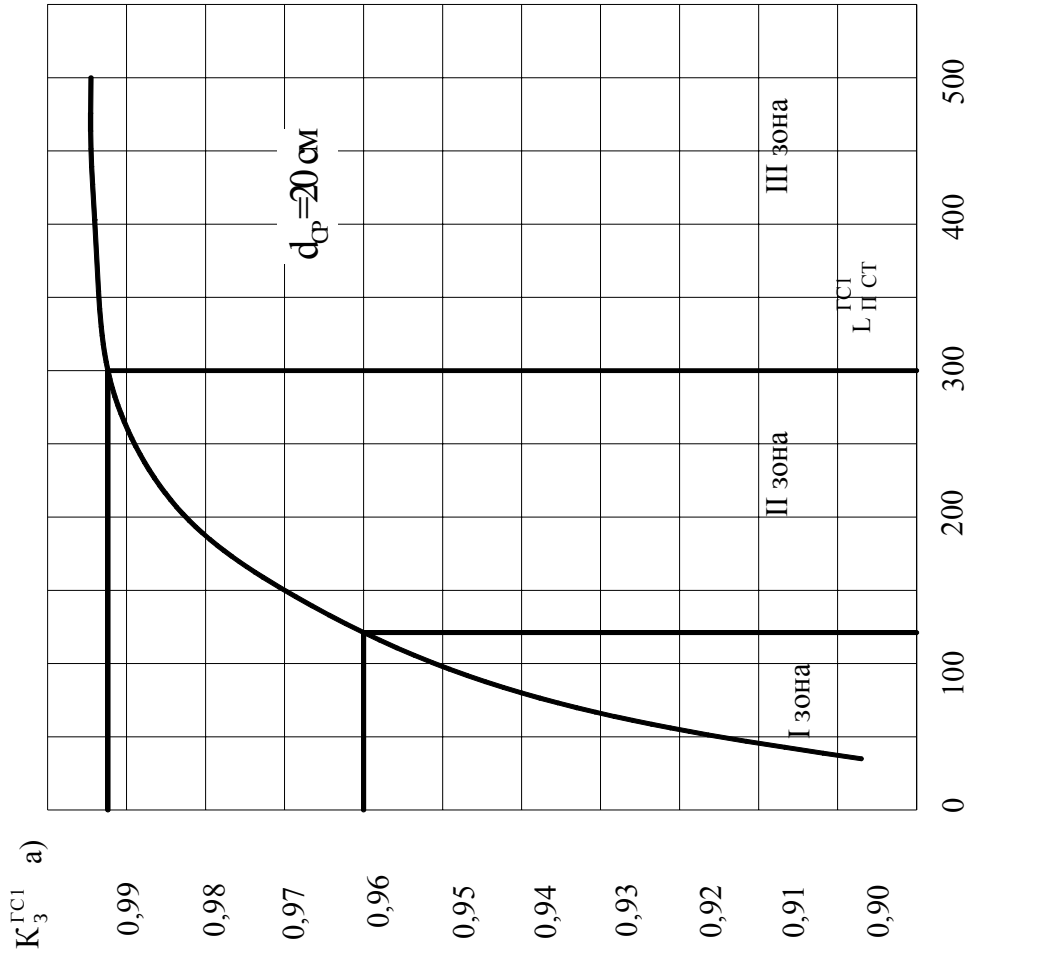


Рисунок 1 – Графики зависимостей коэффициента загрузки  $K_3^{GC1}$  лесопильной рамы Р63-4Б при распиловке несортированного сырья вразвал от  $d_{CP}$  и  $L_{П}^{GC1}$ , при  $E_{П}^{ПБ} = 1$  п = 7,4 м<sup>3</sup>

Анализ этих уравнений показывает, что при несущественном снижении коэффициента загрузки головного станка до 0,975 длина его питателя снижается почти вдвое (128 см для  $d_{CP}=16$  см и 225 см для  $d_{CP}=30$  см), а при  $K_3^{GC1}=0,95$   $L_{II}^{GC1}$  еще меньше (75 см для  $d_{CP}=16$  см и 145 см для  $d_{CP}=30$  см). По сравнению с технологической схемой, когда головной станок с продольным транспортером имеет "жесткую связь", установка питателя существенно повышает коэффициент загрузки головного станка. Для оценки принят показатель  $\Delta K_3^{GC1}$ , вычисляемый по формуле

$$\Delta K_3^{GC1} = K_3^{GC1} - K_3^{GC1}(1_{II}; d_{max}).$$

Максимальный прирост коэффициента загрузки головного станка  $\Delta K_3^{GC1}$  за счет введения "гибкой связи" возможен при стабилизационных значениях  $K_{3\text{ CT}}^{GC1}$

$$\Delta K_{3\text{ CT}}^{GC1} = -0,0001101d_{CP}^2 + 0,007172d_{CP} + 2,1076.$$

При принятом  $K_3^{GC1}=0,975$  прирост будет несколько ниже

$$\Delta K_{3,0,975}^{GC1} = -0,0001205d_{CP}^2 + 0,008110d_{CP} - 0,02836.$$

Соответственно при

$$K_3^{GC1}=0,95 \quad \Delta K_{3,0,95}^{GC1} = -0,0001205d_{CP}^2 + 0,008110d_{CP} - 0,05336.$$

### **Выводы:**

Анализируя результаты машинного эксперимента по исследованию работы головного станка можно сделать выводы. Коэффициент загрузки головного станка зависит от многих факторов, в первую очередь от длины питателя  $L_{II}^{GC1}$  перед ним. При выборе конкретной длины  $L_{II}^{GC1}$  для головного станка нужно исходить из наиболее "тяжелых" условий функционирования головного станка. При распиловке сырья вразвал это несортированное сырье. Окончательный выбор длины питателя перед головным станком целесообразно сделать после исследования работы ГС с брусочкой. Этому вопросу посвящена следующая статья.

### Библиографический список

1. Чамеев В.В., Иванов В.В. Влияние параметров сырья на временные показатели работы станков при раскросе круглых лесоматериалов [Текст] // Урал промышленный - Урал полярный: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: Сборник материалов международной научно-технической конференции. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 244-247.
2. Азаренок В.А., Чамеев В.В., Мезенцев В.И. Опыт применения комплекс-программы ZESH в учебном процессе при решении задач анализа и синтеза в лесоперерабатывающих цехах [Текст] // Проблемы лесопромышленного производства, транспорта и дорожного строительства: Сб. тр.; Урал. гос. лесотехн. акад.- Екатеринбург, 1997.- С. 43-44.

3. Чамеев В.В., Обвинцев В.В., Солдатов В.В., Меньшиков Б.Е. Задачи проектирования и управления производственными процессами лесопромышленных предприятий [Текст]: Методические указания для студентов старших курсов специализации 26.01.06 и рекомендации для аспирантов первого года обучения / Под редакцией В.А. Азаренка. - Екатеринбург: УГЛТА, 1997.- 53 с.

**Чамеев В.В., Гаева Е.В., Азарёнок В.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)**

## **ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ СЫРЬЯ ПЕРЕД ГОЛОВНЫМ СТАНКОМ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА**

### *THE SIZES SUBSTANTIATION OF RAW MATERIAL INTEROPERATIONAL STOCKS IN FRONT HEAD TOOL OF WOOD SHOP*

В вышеприведенной статье [1] приведены рекомендации по выбору ёмкостей питателей пиловочных брёвен перед лесопильной рамой в режиме её работы вразвал. Для окончательного принятия решения по этому вопросу целесообразно провести аналогичные исследования за работой лесопильной рамы с брусковкой, сопоставить результаты и сделать выводы.

Основное отличие методики исследования работы головного станка с брусковкой от работы вразвал заключается в том, что в первом случае необходимо промоделировать работу станка для всех сортировочно-размерных групп сырья. Для лесопромышленных цехов с небольшими объемами переработки сырья типична дробность сортировки через 4 см. Эта величина  $\Delta d$  и принята при исследовании.

Результаты имитационного моделирования по компонент-программе (кп) "ПОТОК" приведены в табл. 1. Было промоделировано две серии. В первой серии имитационных прогонов изучался коэффициент загрузки лесопильной рамы Р63-4Б при "жесткой связи" головного станка с подающим транспортером ( $L_{\Pi}^{ГС1} = d_{\max}$ ). Варьируемым фактором являлся объем питателя для пачек бревен  $E_{\Pi}^{ПБ}$ . Результаты имитационного моделирования (табл. 1, рис. 1) показывают, что 1 – емкость питателя для пачек бревен  $E_{\Pi}^{ПБ}$  оказывает значительное влияние на  $K_3^{ГС1}$  на всех сортировочно-размерных границах сырья; 2 – при назначении  $E_{\Pi}^{ПБ}$  следует ориентироваться на  $d_{СГ}$  из крупномерного сырья; 3 – требуемого  $K_3^{ГС1}$  для сырья с  $d_{СГ}=20$  см при изменении  $E_{\Pi}^{ПБ}$  от 1 до 4 пачек достичь нельзя; 4 – снизить влияние "внешней среды" на  $K_3^{ГС1}$  возможно введением "гибкой связи" головного станка ГС1 с подающим транспортером.

Во второй серии прогонов емкость питателя  $E_{\Pi}^{ПБ}$  принята на одну пачку (7,4 м<sup>3</sup>). Варьируемый параметр – длина питателя головного станка  $L_{\Pi}^{ГС1}$ . Результаты имитационного моделирования