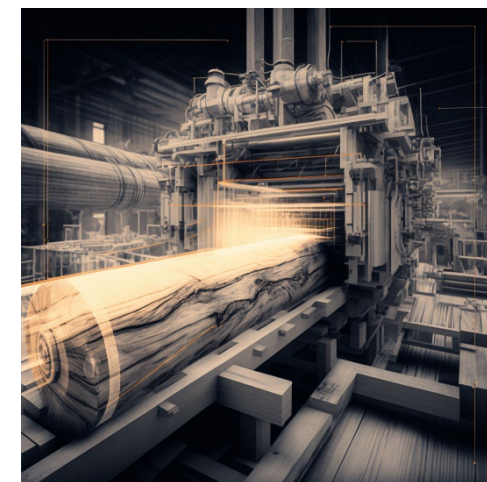
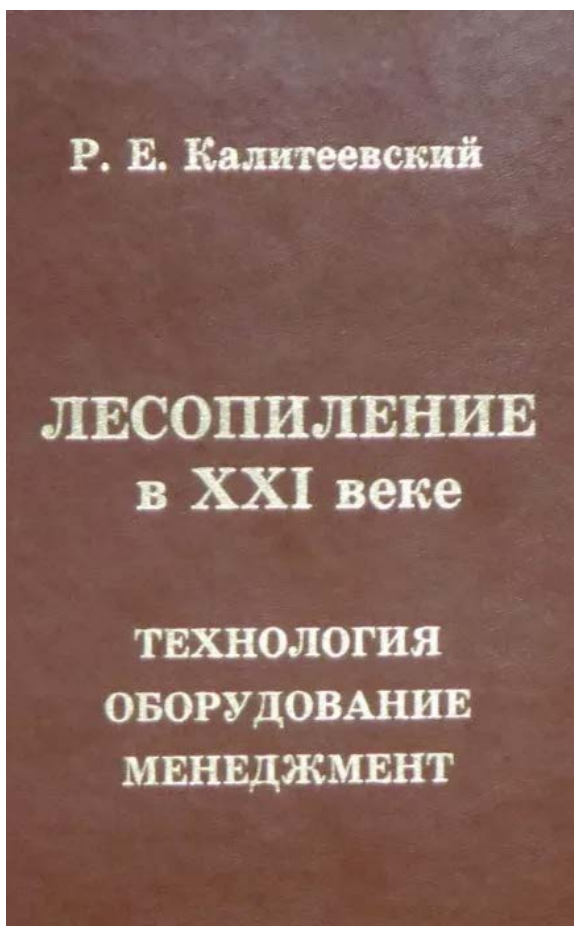


Методика расчета производственной мощности лесопильного цеха. Определение принципиальных параметров технологического оборудования в соответствии с требуемой производственной программой



Александр Тамби
д.т.н., Руководитель Ассоциации производителей машин и оборудования лесопромышленного комплекса «ЛЕСТЕХ»

АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
ЛЕСТЕХ

Санкт-Петербург, 27 октября 2023 г.



Ассоциация производителей машин и оборудования лесопромышленного комплекса «ЛЕСТЕХ»

Единая информационная площадка лесопромышленного комплекса



В постоянно растущей базе Ассоциации уже более **1160** лесопромышленных предприятий, у которых указаны сведения более чем о **1180** производителях машин, оборудования и IT-

IT-решения и программное обеспечение

Техника для лесного хозяйства

Лесозаготовительная техника

Лесопильное производство

Сушка древесины

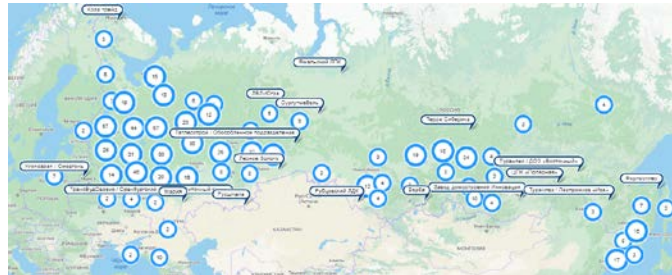
Модифицирование древесины

Древесные плиты

Деревообрабатывающие производства

Инструмент

Индустриальное деревянное домостроение



Лесозаготовка
Лесозаготовительные предприятия (253 предприятия)

Лесопиление
Лесопильное производство (278 предприятий)
Стеганые пиломатериалы (200 предприятий)

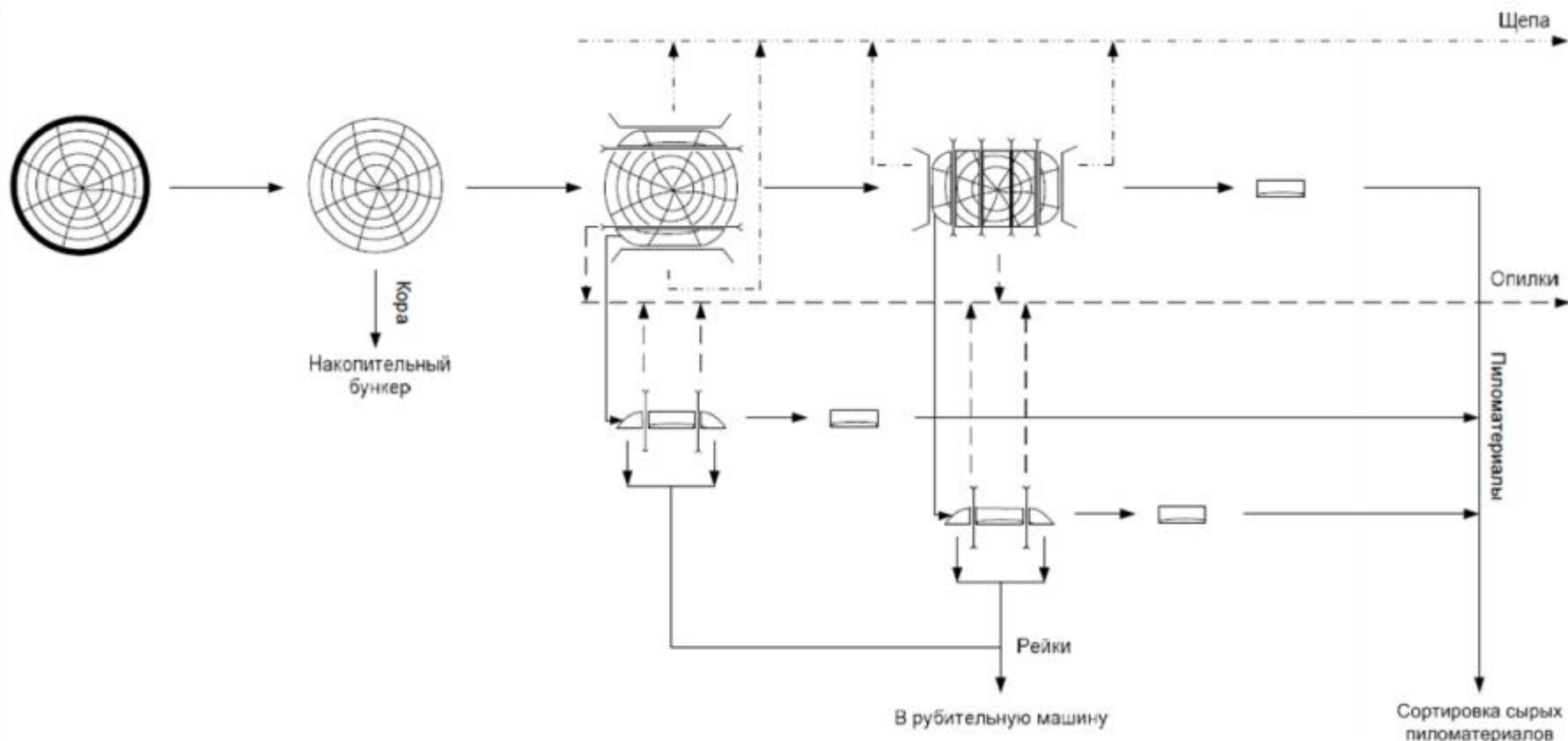
Биоэнергетика
Производство пеллет (175 предприятий)
Топливные брикеты (80 предприятий)
Древесный уголь (25 предприятий)
Древесноугольные брикеты (2 предприятия)

Производство древесных плит
Производство шпона (13 предприятий)
Производство фанеры (80 предприятий)
Ламинированная фанера (22 предприятия)
Большеформатная фанера (12 предприятий)
Производство ДСП (15 предприятий)
Производство ЛДСП (20 предприятий)
Производство ДВП (87 предприятий)
Производство OSB (9 предприятий)
Производство MDF (15 предприятий)
HDF (3 предприятия)
Фибрилат (2 предприятия)
ЦСП (4 предприятия)
Производство ламинированных напольных покрытий (1 предприятие)

Деревообработка
Стеганые пиломатериалы (200 предприятий)
Профилированный брус (19 предприятий)
Клееный брус (13 предприятий)
Конструкции деревянные клееные (11 предприятий)
CLT (4 предприятия)
Мебельный шит (81 предприятие)
Мебельные заготовки (6 предприятий)
Гнутые/выгнутые заготовки (11 предприятий)
Деревянные окна (8 предприятий)



НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ



Лесопильная линия проходного типа

Методика проведения предварительного расчета

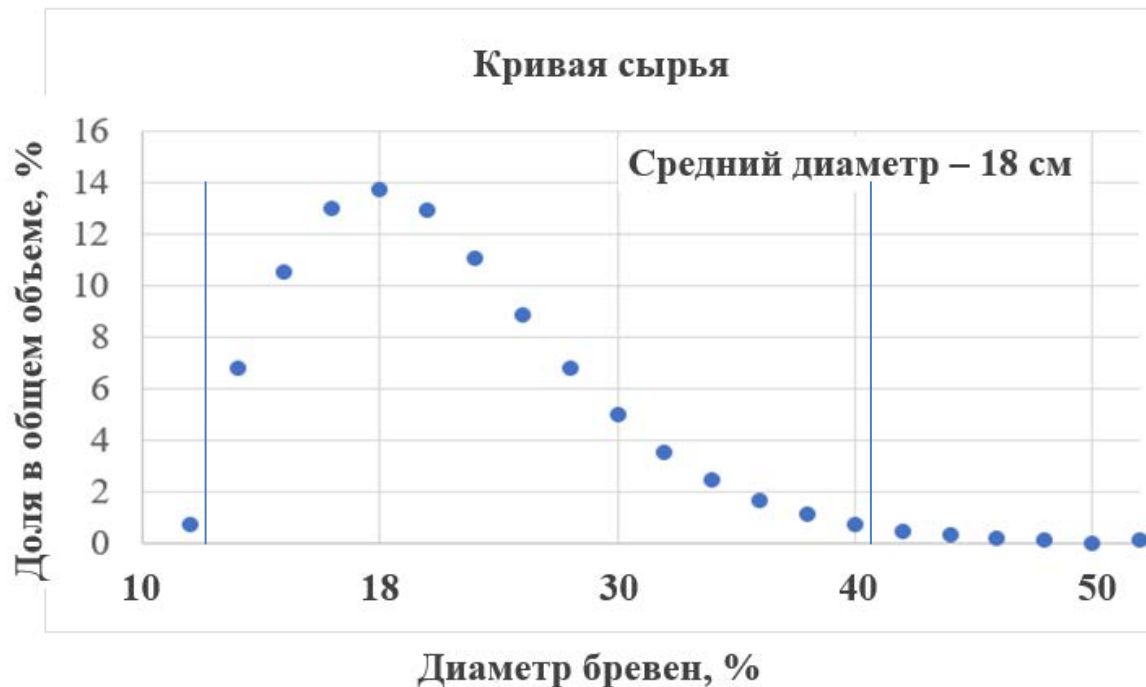
НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

Исходное сырье

Породы	Ель, Сосна
Диаметры бревен	От 140 мм
Вершинный диаметр	До 420 мм
Комлевой диаметр	18 см
Средний диаметр	
Длины бревен	
Диапазон	4-6 м
Расчетная длина	6 м
Сбег	10 мм/м
Кривизна	не более 2%
Скорость подачи	30-60 м/мин

Продукция

Центральные пиломатериалы	
Ширина (высота бруса)	100-150 мм
Толщина	19, 32, 40, 50, 150 мм
Боковые пиломатериалы	
Ширина	100-150 мм
Толщина	19, 32, 40, 50, 150 мм
Точность формы пиломатериалов	S = 0,5 мм или лучше
Количество рабочих дней в году	250
Сменность работы	2



РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Исходное сырье

Породы	Ель, Сосна
Диаметры бревен	От 140 мм
Вершинный диаметр	До 420 мм
Комлевой диаметр	
Средний диаметр	18 см
Длины бревен	
Диапазон	4-6 м
Расчетная длина	6 м
Сбег	10 мм/м
Кривизна	не более 2%
Скорость подачи	30-60 м/мин

ОТСУТСТВУЕТ САМЫЙ ГЛАВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ – СКОРОСТЬ РАСПИЛОВКИ ПО КАЖДОЙ ГРУППЕ ДИАМЕТРОВ

**При среднем диаметре пиловочных бревен – 18 см
В нашем примере скорость подачи составит – 50 м/мин**

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«ИДЕАЛЬНЫЙ МИР»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}}, \text{ штук бревен в минуту}$$

Расчет производительности для точной оценки производительности цеха и определения параметров работы обрезающего участка и линии сортировки пиломатериалов следует выполнять для **каждой** сортировочной группы пиловочника

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«ИДЕАЛЬНЫЙ МИР»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}}, \text{ штук бревен в минуту}$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6 + 0,3 \dots 2 + 0,1 \dots 0,3}, \text{ штук бревен в минуту}$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6 + 0,3 + 0,1} = 7,81 \qquad Q_{18} = \frac{50}{6 + 2 + 0,3} = 6,02$$

штук бревен в минуту

Расчет производительности для точной оценки производительности цеха и определения параметров работы обрезающего участка и линии сортировки пиломатериалов следует выполнять для **каждой** сортировочной группы пиловочника

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Поправка на работу оборудования, форму бревен, запыленность датчиков и другие случайные факторы, связанные со станками и элементами механизации»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M, \quad \text{штук бревен в минуту}$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} \cdot 0,95 = 7,42 \quad \text{штук бревен в минуту}$$

Расчет производительности для точной оценки производительности цеха и определения параметров работы обрезающего участка и линии сортировки пиломатериалов следует выполнять для **каждой** сортировочной группы пиловочника

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Поправка на организацию труда»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M \cdot K_{\text{ТИ}}, \text{ штук бревен в минуту}$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{\sum t_{\text{пл.пр.}}^{\text{л/ц}} + \sum t_{\text{сл.пр.}}^{\text{л/ц}}}{T_c}$$

$$\sum t_{\text{пл.пр.}}^{\text{л/ц}}$$

Плановое совещание в начале смены – 10 мин

Перерывы внутри смен – 2x10 мин

Обеденный перерыв (вопрос учета) – 60 мин

Смена поставка (синхронизация) – 20-40 мин

Минимум 30 мин в смену

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Поправка на организацию труда»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M \cdot K_{\text{ТИ}}, \text{ штук бревен в минуте}$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{\sum t_{\text{пл.пр.}}^{\text{л/ц}} + \sum t_{\text{сл.пр.}}^{\text{л/ц}}}{T_c}$$

$$\sum t_{\text{сл.пр.}}^{\text{л/ц}}$$

Смена инструмента

Опоздания с перерывов внутри смен

Поломки оборудования

Застревания бревен и т.д.

Несогласованная работа с участком сушки

Минимум 45 мин
в среднем в смену (при пересчете
длительных остановок к смене)

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Поправка на организацию труда»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M \cdot K_{\text{ТИ}}, \text{ штук бревен в минуте}$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{\sum t_{\text{пл.пр.}}^{\text{л/ц}} + \sum t_{\text{сл.пр.}}^{\text{л/ц}}}{T_c}$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{30+45}{480} = 0,843$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} \cdot 0,95 \cdot 0,843 = 6,25 \text{ штук бревен в минуте}$$

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Переводим в м³»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M \cdot K_{\text{ТИ}} \cdot q_{18}, \quad \text{м}^3 \text{ бревен в минуту}$$

Исходное сырье

Породы	Ель, Сосна
Диаметры бревен	От 140 мм
Вершинный диаметр	До 420 мм
Комлевой диаметр	18 см
Средний диаметр	
Длины бревен	
Диапазон	4-6 м
Расчетная длина	6 м
Сбег	10 мм/м
Кривизна	не более 2%
Скорость подачи	30-60 м/мин

ГОСТ 32594—2013

Продолжение таблицы 1

Диаметр, см	Объем, м ³ , при длине 6,0—6,9 м						
	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6
6	0,0505	0,0521	0,0537	0,0553	0,0570	0,0587	0,0605
7	0,0580	0,0597	0,0614	0,0632	0,0650	0,0668	0,0687
8	0,0665	0,0683	0,0702	0,0722	0,0741	0,0761	0,0781
9	0,0760	0,0780	0,0801	0,0822	0,0843	0,0865	0,0887
10	0,0865	0,0888	0,0911	0,0933	0,0957	0,0980	0,1004
11	0,0981	0,1006	0,1031	0,1056	0,1081	0,1107	0,1133
12	0,1107	0,1134	0,1161	0,1189	0,1217	0,1245	0,1273
13	0,1244	0,1273	0,1303	0,1333	0,1363	0,1394	0,1425
14	0,1391	0,1423	0,1455	0,1488	0,1521	0,1555	0,1589
15	0,1548	0,1584	0,1619	0,1655	0,1691	0,1727	0,1764
16	0,1717	0,1755	0,1794	0,1833	0,1872	0,1911	0,1951
18	0,2086	0,2131	0,2177	0,2223	0,2269	0,2316	0,2363

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} \cdot 0,95 \cdot 0,843 \cdot 0,2086 = 1,3 \quad \text{м}^3 \text{ бревен в минуту}$$

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Переводим в смены»

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M \cdot K_{\text{ТИ}} \cdot q_{18} \cdot T_{\text{см}}, \text{ м}^3 \text{ бревен в смену}$$

Исходное сырье

Породы	Ель, Сосна
Диаметры бревен	От 140 мм
Вершинный диаметр	До 420 мм
Комлевой диаметр	20 см (объем бревна 0,23 м ³ по ГОСТ 2708-75)
Средний диаметр	
Длины бревен	
Диапазон	4-6 м
Расчетная длина	6 м
Сбег	10 мм/м
Кривизна	не более 2%
Скорость подачи	35-65 м/мин

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} \cdot 0,95 \cdot 0,843 \cdot 0,2086 \cdot 480 = 626,5 \text{ м}^3 \text{ бревен в смену}$$

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

«Переводим в года»

$$Q_{\Gamma} = Q_{18} \cdot N \cdot T_{\text{гтабельфакт}} \quad \text{м}^3 \text{ бревен в год}$$

$$T_{\text{гтабель}} = 247 \text{ дней (табель календарь)}$$

$$T_{\text{гтабельфакт}} = T_{\text{T}} + T_{\text{M}} \cdot 0,8$$

$$T_{\text{возд}} > (-20)^{\circ}\text{C}$$

208 дней

$$T_{\text{M}} = -30$$
$$T_{\text{возд}} < (-30)^{\circ}\text{C}$$

7 дней

$$T_{\text{возд}} = (-20)^{\circ}\text{C} - (-30)^{\circ}\text{C}$$

32 дня

$$T_{\text{гтабельфакт}} = 208 + 32 \cdot 0,8 = 233,6 \quad \text{смен}$$

$$Q_{\Gamma} = 626,5 \cdot 2 \cdot 233,6 = 292,7 \text{ тыс. м}^3 \text{ бревен в год}$$

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} = 7,81 \quad \text{шт. бр в мин.}$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6+2+0,3} = 6,02 \quad \text{шт. бр в мин.}$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{\sum t_{\text{пл.пр.}}^{\text{л/ц}} + \sum t_{\text{сл.пр.}}^{\text{л/ц}}}{T_c}$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{30+45}{480} = 0,843$$

$$K_{\text{ТИ}} = 1 - \frac{40+70}{480} = 0,77$$

$$Q_{18} = \frac{U}{L_{\text{бревна}} + L_{\text{разрыв}} + L_{\text{припуск}}} \cdot K_M \cdot K_{\text{ТИ}} \cdot q_{18} \cdot T_{\text{см}}, \quad \begin{array}{l} \text{м}^3 \text{ бревен} \\ \text{в смену} \end{array}$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} \cdot 0,95 \cdot 0,843 \cdot 0,2086 \cdot 480 = 626,5$$

$$Q_{18} = \frac{50}{6+2+0,3} \cdot 0,95 \cdot 0,77 \cdot 0,2086 \cdot 480 = 441,2$$

$$Q_{\Gamma} = Q_{18} \cdot N \cdot T_{\text{гтабельфакт}}$$

$$Q_{\Gamma} = 626,5 \cdot 2 \cdot 233,6 = 292,7$$

тыс. м³ бревен в год

$$Q_{\Gamma} = 441,2 \cdot 2 \cdot 233,6 = 206,1$$

тыс. м³ бревен в год



Корректный расчет теория

Диаметр, см	Кривая сырья, м справочно м. куб.	Скорость подачи, U, м/мин	Межторцовый разрыв, м	Припуск по длине, м	Длина бревна, м	Км	Кти	Объем 1 бревна, м. куб	Тсм, мин	Сменная производительность, м куб	Требуемое количество смен, см	Среднесменная производительность, м. куб. см
14	134,7	60	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,1391	480	501,3	0,268722	
16	168,5	54	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,1717	480	560,8	0,300447	
18	171,9	50	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,2086	480	626,5	0,274371	Ошибка 7,58%
20	149,8	46	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,2499	480	690,5	0,217001	
22	117,8	44	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,2957	480	775,0	0,152048	
24	85,6	41	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,346	480	857,3	0,099864	
26	58,7	39	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,4009	480	944,7	0,062175	
28	33,3	38	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,4605	480	1037,2	0,032141	
30	23,1	36	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,525	480	1135,2	0,020376	
32	16,4	35	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,594	480	1237,6	0,01329	
34	9,1	34	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,667	480	1343,3	0,006774	
36	5,5	33	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,746	480	1456,2	0,003767	
38	3,1	32	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,83	480	1574,3	0,001988	
40	1,9	31	0,3	0,1	6	0,95	0,843	0,918	480	1695,5	0,001098	
42	1,1	30	0,3	0,1	6	0,95	0,843	1,011	480	1821,7	0,000629	
	980,7											
											1,5	674,1806772

$$Q_{18} = \frac{50}{6+0,3+0,1} \cdot 0,95 \cdot 0,843 \cdot 0,2086 \cdot 480 = 626,5 \quad \text{м}^3 \text{ бревен в смену}$$



Корректный расчет практика

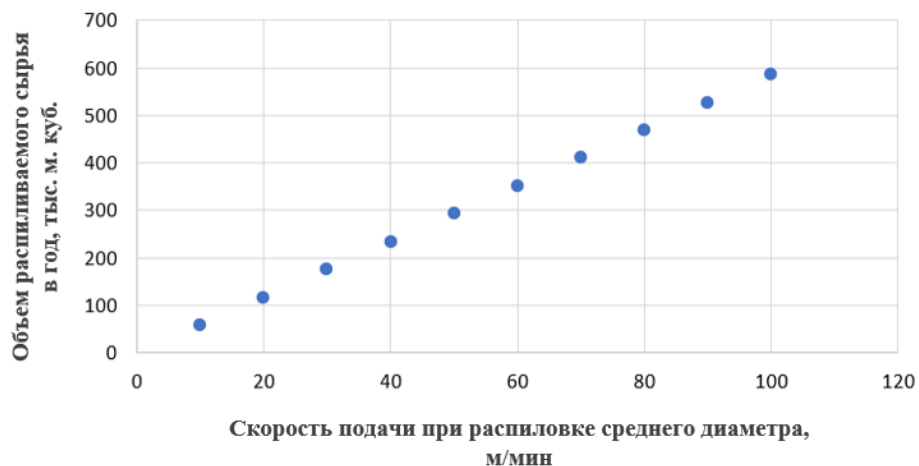
Диаметр, см	Кривая сырья, м справочно м. куб.	Скорость подачи, U, м/мин	Межторцовый разрыв, м	Припуск по длине, м	Длина бревна, м	Км	Кти	Объем 1 бревна, м. куб	Тсм, мин	Сменная производительность, м куб	Требуемое количество смен, см	Среднесменная производительность, м. куб. см
14	134,7	60	2	0,3	6	0,95	0,77	0,1391	480	353,1	0,381538	
16	168,5	54	2	0,3	6	0,95	0,77	0,1717	480	395,0	0,426582	
18	171,9	50	2	0,3	6	0,95	0,77	0,2086	480	441,2	0,389559	Ошибка 7,61%
20	149,8	46	2	0,3	6	0,95	0,77	0,2499	480	486,3	0,308103	
22	117,8	44	2	0,3	6	0,95	0,77	0,2957	480	545,9	0,215882	
24	85,6	41	2	0,3	6	0,95	0,77	0,346	480	603,8	0,141789	
26	58,7	39	2	0,3	6	0,95	0,77	0,4009	480	665,3	0,088277	
28	33,3	38	2	0,3	6	0,95	0,77	0,4605	480	730,5	0,045635	
30	23,1	36	2	0,3	6	0,95	0,77	0,525	480	799,5	0,02893	
32	16,4	35	2	0,3	6	0,95	0,77	0,594	480	871,6	0,01887	
34	9,1	34	2	0,3	6	0,95	0,77	0,667	480	946,1	0,009618	
36	5,5	33	2	0,3	6	0,95	0,77	0,746	480	1025,7	0,005348	
38	3,1	32	2	0,3	6	0,95	0,77	0,83	480	1108,8	0,002823	
40	1,9	31	2	0,3	6	0,95	0,77	0,918	480	1194,2	0,001559	
42	1,1	30	2	0,3	6	0,95	0,77	1,011	480	1283,1	0,000894	
	980,7											
											2,1	474,8334802

$$Q_{18} = \frac{50}{6+2+0,3} \cdot 0,95 \cdot 0,77 \cdot 0,2086 \cdot 480 = 441,2 \text{ м}^3 \text{ бревен в смену}$$

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

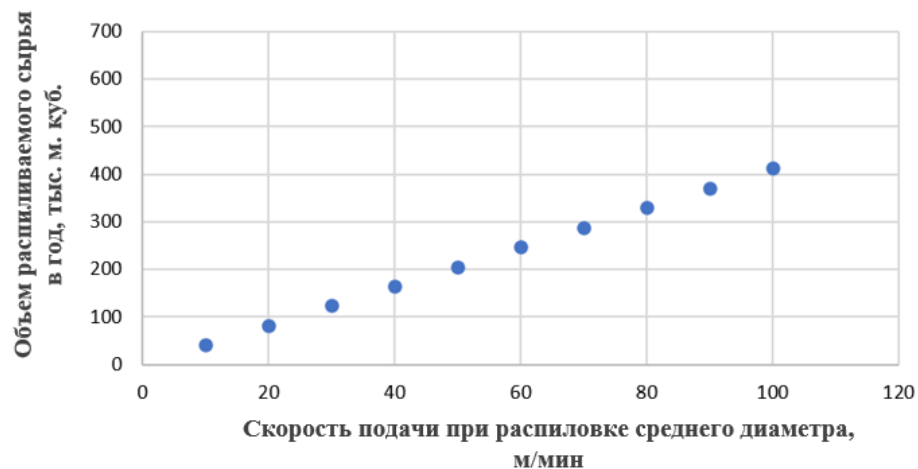
Диаметр, см	Скорость подачи, U, м/мин	Сменная производительность, м куб	Годовая производительность, тыс. м. куб. пиловочных бревен в год	Годовая производительность по пиломатериалу, при выходе 50%
18	10	125,3	58,5	29,27
18	20	250,6	117,1	58,54
18	30	375,9	175,6	87,81
18	40	501,2	234,1	117,07
18	50	626,5	292,7	146,34
18	60	751,8	351,2	175,61
18	70	877,1	409,8	204,88
18	80	1002,3	468,3	234,15
18	90	1127,6	526,8	263,42
18	100	1252,9	585,4	292,68

Зависимость производительности от скорости подачи при заданных услови

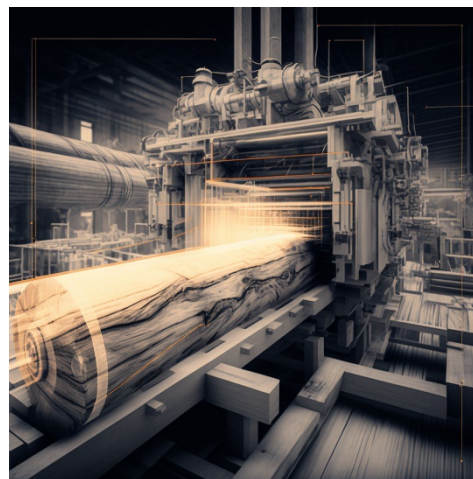


Диаметр, см	Скорость подачи, U, м/мин	Сменная производительность, м куб	Годовая производительность, тыс. м. куб. пиловочных бревен в год	Годовая производительность по пиломатериалу, при выходе 50%
18	10	88,2	41,2	20,61
18	20	176,5	82,5	41,23
18	30	264,7	123,7	61,84
18	40	353,0	164,9	82,46
18	50	441,2	206,1	103,07
18	60	529,5	247,4	123,68
18	70	617,7	288,6	144,30
18	80	706,0	329,8	164,91
18	90	794,2	371,1	185,53
18	100	882,5	412,3	206,14

Зависимость производительности от скорости подачи при заданных услови



Методика расчета производственной мощности лесопильного цеха. Определение принципиальных параметров технологического оборудования в соответствии с требуемой производственной программой



Спасибо за внимание!

Александр Тамби

д.т.н., руководитель Ассоциации производителей машин и оборудования лесопромышленного комплекса «ЛЕСТЕХ»

info@alestech.ru

<https://alestech.ru/>

АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
ЛЕСТЕХ

