

УДК 674.053:621.934.2/8

Ю. М. СТАХИЕВ

ЦНИИМОД

**КОНТАКТНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ  
ДЛЯ ОТПУСКА (ТЕРМОПРАВКИ) КРУГЛЫХ ПИЛ**

Приведены результаты экспериментальных исследований динамики температурного поля плит разработанного ЦНИИМОДом контактного нагревателя для отпуска (термоправки) круглых пил.

The results of experimental investigations into the dynamics of plates' temperature field of the circular saws' tempering (thermo-fitting) heater developed by the Central Research Institute of Mechanical Technology of Wood are presented.

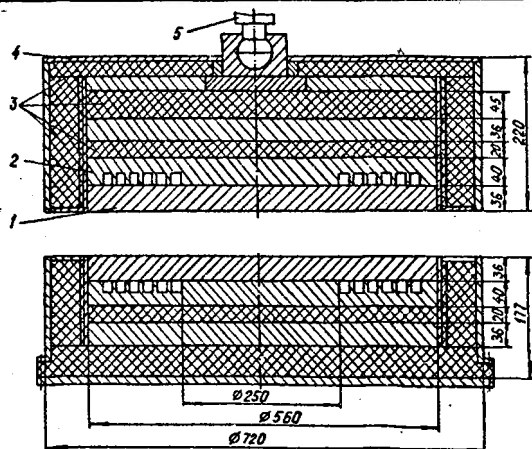
Термообработка круглых пил при их производстве на заводах-изготовителях включает закалку и отпуск. Для индивидуального отпуска обычно используют электроконтактные нагреватели (электропрессы). Иногда эту методику применяют и на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях для термоправки пил с сильными зажогами [2].

Плоскостность и натяжение диска после отпуска или термоправки зависят от распределения температуры по радиусу плит контактного нагревателя. Влияние на эти факторы давления плит нагревателя значительно меньше. Обычно стремятся обеспечить равномерный (по радиусу) нагрев плит, что при отпуске создает предпосылки для получения наибольшей плоскостности диска с ориентацией его на нулевое напряженное состояние. Натяжение диска может быть создано на последующих стадиях проковкой, вальцеванием или другими методами.

Цель настоящей работы – экспериментально оценить тепловое поле плит разработанного ЦНИИМОДом контактного нагревателя\*. Для этого использовали два нагревателя, изготовленных на ЭПЗ “Красный Октябрь” в 1990 г. (рис. 1).

\* Чертеж 1149.00.00.00.

Рис. 1. Нижний и верхний узлы контактного нагревателя: 1 – рабочая плита; 2 – плита с нагревательными элементами; 3 – теплоизоляция; 4 – кожух; 5 – шток пневмоцилиндра



Рабочие шлифованные плиты, между которыми нагревают заготовку пилы, имеют диаметр 560 мм и толщину 36 мм и изготовлены из чугуна СЧ20 (ГОСТ 1412 – 85). Отклонение от плоскостности у плит не превышает 0,03 мм (выпуклость не допускается). Нагревательные элементы выполнены из нихромовой проволоки Х15Н60 (ГОСТ 12766 – 77) диаметром 5,6 мм, длиной 7 м и уложены в кольцевые канавки плиты толщиной 40 мм из нержавеющей стали 45Х26Н12С2НЛ\* (отливки Бийского завода “Электропечь”). Проволоку изолировали бусами БФЧ-8/10 УЗ (ТУ 16-528.173 – 78) производства Олевского фарфорового завода, нерабочие поверхности плит – асбестовым картоном КАОН-1-5 и асбестом (ГОСТ 2850 – 80). Прижим верхней плиты к нижней осуществляли пневмоцилиндром 1012-160 х 0100-УХЛ4 (ГОСТ Т5608 – 81) с силой 10 кН.

С учетом рекомендаций [1], нагревательные элементы расположены только против периферийной зоны рабочих плит; в центральной зоне, ограниченной окружностью диаметром 250 мм, они отсутствуют (рис. 1). Вследствие такого размещения нагревательных элементов контактные нагреватели условно названы двухзонными. Назначение такого расположения нагревателей – уменьшить неблагоприятный перепад температур между периферийной и центральной зонами плит. При равномерном размещении нагревательных элементов по всей поверхности плит, как известно, центральная зона прогревается сильнее периферийной, что приводит к образованию в пилах двухсторонней кривоватости (“вольности” в периферийной зоне).

Использованная в опытах блок-схема измерения температуры показана на рис. 2. Между плитами контактного нагревателя зажимают контрольную пилу диаметром 500 мм, толщиной 2,5 мм

\* По проекту – сталь 12Х18Н10Т (ГОСТ 5632 – 72).

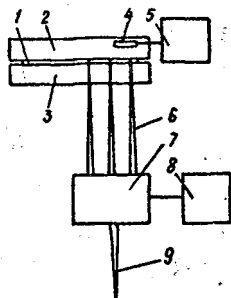


Рис. 2. Блок-схема измерения температуры: 1 – пила 500×2,5 мм; 2, 3 – верхняя и нижняя плиты; 4 – термоэлектрический преобразователь (ТХК-0179); 5 – милливольтметр (Ш4541); 6 – три измерительные термопары; 7 – переключатель термопар; 8 – цифровой милливольтметр (Ф266); 9 – компенсационная термопара

с диаметром отверстия 50 мм. Она имеет 48 зубьев и оснащена тремя термопарами, размещенными на одном радиусе (линии) в точках, отстоящих от центра на 40 (центральная зона), 135 и 225 мм (периферийная зона). Измерение и двухпозиционное регулирование температуры плит производят милливольтметром Ш4541 (ТУ 2520432.058 – 86, ГОСТ 9736 – 80), работающим в комплекте с термоэлектрическим преобразователем ТХК-0179 (длина 250 мм, диапазон измеряемой температуры  $-50...+600$  °С). Предел допускаемой основной погрешности срабатывания регулирующего устройства не превышает  $\pm 1,5\%$  от заданного.

Порядок выполнения опытов был следующий. На нижнюю плиту устанавливали контрольную пилу с термопарами и опускали верхнюю плиту. Милливольтметром задавали необходимую в опытах температуру (500 °С). От сварочного трансформатора (входное напряжение 380 В, сила тока 250 А) на каждую плиту подавали ток 125 А. Показания температуры снимали после первого автоматического отключения нагрева плит в течение трех циклов отключение – включение. Интервалы времени, через которые измеряли температуру: 2 мин – для нагревателя № 1; 5 мин – № 2.

Полученные данные показывают (рис. 3), что характер изменения температуры во времени в контактных нагревателях № 1 и № 2 примерно одинаков. Наибольшая разница температур имеет место при первом автоматическом отключении плит. Для точек с радиусами 225 и 40 мм она составляет 50...55 °С. Температура периферийной зоны контрольной пилы, против которой находятся нагревательные элементы, выше центральной. Последующие циклы включение – отключение идентичны между собой, а разница температур в упомянутых выше точках периферийной и центральной зон уже не превышает 15...20 °С. Наименьшая разница (5...10 °С) выявлена в середине интервалов нагрева или охлаждения плит, а наибольшая (15...20 °С) – по окончании нагрева и в начале остывания плит.

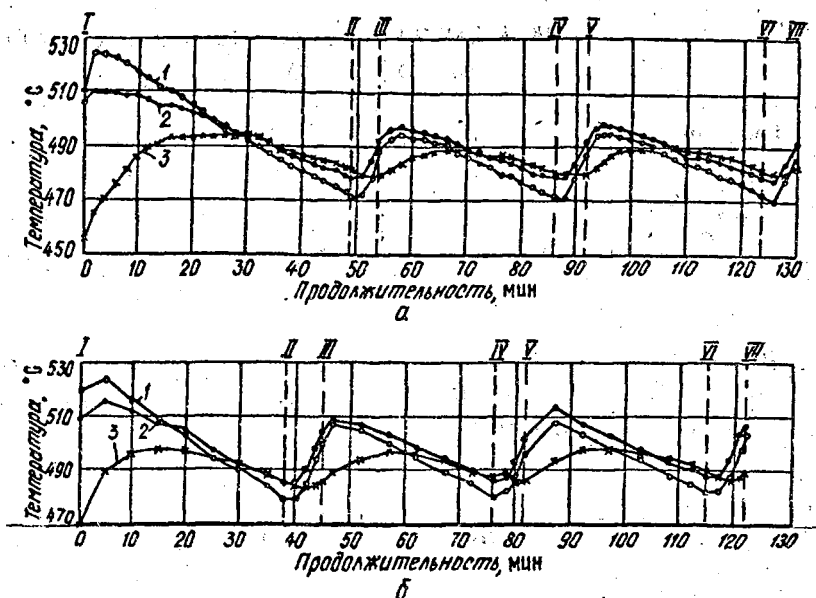


Рис.3. Характер изменения температуры в контрольных точках пилы после ее нагрева до  $500^{\circ}\text{C}$  и перехода на автоматический режим работы: а – контактный нагреватель № 1; б – № 2; 1 – радиус 225 мм; 2 – 135; 3 – 35 мм (I, III, V, VII – отключение; II, IV, VI – включение)

В целом процесс, характеризующий изменение температуры в точках контролируемой пилы, выглядит следующим образом. По окончании нагрева температура периферийной зоны плит выше, чем центральной. Это объясняется тем, что прогрев плит от нагревательных элементов, расположенных против периферийной зоны, происходит быстрее, чем прогрев от периферии к центру плит за счет теплопроводности металла. Во время остывания температура периферийной зоны снижается на  $25...28^{\circ}\text{C}$ , центральной – не более чем на  $10^{\circ}\text{C}$ . Поэтому к моменту включения нагревательных элементов температура периферийной зоны плит ниже центральной.

При сомкнутых плитах и работе в автоматическом режиме с заданной температурой ( $500^{\circ}\text{C}$ ) в цикле нагрев – охлаждение продолжительность нагрева равна  $5,0...6,5$  мин, охлаждения –  $31,0...32,5$  мин, т.е. продолжительность нагрева составляет всего  $15...20\%$  от охлаждения. Поэтому целесообразно не отключать контактный нагреватель на третью (нерабочую) смену.

За этот период (8 ч) будет иметь место примерно 13 включений нагревателя общей продолжительностью  $66,5$  мин. Если учесть, что среднее время вывода охлажденного нагревателя на температуру  $500^{\circ}\text{C}$  составляет 120 мин, то при невыключенном нагревателе потери электроэнергии будут меньше. На предприя-

тиях, работающих в таком режиме, отмечено меньшее коробление плит и снижена периодичность перешлифовки их рабочих поверхностей.

Проведенные контрольные нагревы термически обработанных пил ( $500 \times 2,5$  мм) до температуры  $500^\circ\text{C}$  в течение 5 мин с последующим свободным охлаждением на воздухе показали, что наиболее неблагоприятным является период завершения нагрева плит и начала их охлаждения. В этом случае пилы данных размеров после нагрева имеют повышенное натяжение – за критическое напряженное состояние, приводящее к образованию тарельчатости. (При нагреве пил меньшего диаметра и большей толщины уровень натяжения диска существенно уменьшается.)

Как в отечественной, так и в зарубежной практике конструирования и эксплуатации контактных нагревателей существует несколько направлений для решения проблемы обеспечения равномерных температурных полей рабочих плит.

Первое направление связано с исключением из работы наиболее неблагоприятной периферийной зоны плит, в которой происходят основные изменения температуры при нагреве и охлаждении. При этом диаметр нагреваемых заготовок не должен превышать  $0,7$  диаметра плит, т.е. при диаметре плит  $560$  мм диаметр заготовок не должен быть более  $560 \times 0,7 = 392$  мм.

Второе направление связано с увеличением толщины рабочих плит, контактирующих с нагреваемой заготовкой, с  $36$  до  $60$  мм и более. В этом случае возрастает продолжительность вывода контактного нагревателя на заданную температуру до  $4...5$  ч, но при этом значительно повышается равномерность температурного поля плит. Поэтому, если предприятие планирует эксплуатацию нагревателя с постоянным включением (без отключения на третью смену), то увеличение толщины рабочих плит целесообразно.

Третье направление основано на принципиально новой конструкции контактных нагревателей. Плиты устанавливают и нагревают в камерной печи; подъем и опускание их производят с помощью пневмоцилиндров. Такой способ преимущественно используют при термообработке пил больших диаметров ( $1000$  мм и более).

Необходимо отметить, что предприятия, изготавливающие контактный нагреватель по проекту ЦНИИМОДа, для улучшения характеристик теплового поля рабочих плит иногда при сборке контактного нагревателя между рабочей (1) и нагревательной (2) плитами (см. рис.1) закладывают лист асбестового картона. В этом случае температурные кривые более плавно изменяются во времени (рис. 4), и центральная зона плит

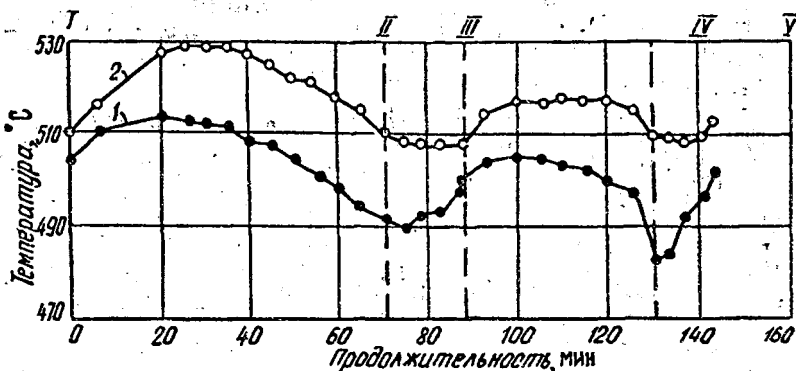


Рис.4. Влияние асбестовой прокладки между рабочей и нагревательной плитами на характер изменения температуры в контрольных точках пилы при переходе на автоматический режим работы контактного нагревателя № 2: 1 — радиус 225 мм; 2 — 35 мм (I, IV, VI — отключение; II, IV — включение)

прогревается сильнее периферийной. При работе в режиме автоматического поддержания температуры в цикле нагрев — охлаждение средняя продолжительность нагрева составляет 17 мин, охлаждения — 43 мин.

Для оценки работы контактных нагревателей с асбестовой прокладкой были проведены специальные опыты. Использовали следующие три группы термически обработанных пил размерами  $500 \times 2,5$  мм: 1-я — с напряжениями сжатия в периферийной зоне (двухсторонняя крыловатость); 2-я — ориентированные на нулевое напряженное состояние; 3-я — с напряжениями растяжения в периферийной зоне (тарельчатость). Каждую пилу нагревали при температуре  $500^\circ\text{C}$  в течение 5 мин и свободно охлаждали на воздухе (на листе асбеста в горизонтальном положении). Оценка натяжения дисков показала, что у пил 1-й и 3-й групп полностью устранены двухсторонняя крыловатость и тарельчатость, а пилы 2-й группы сохранили свое состояние (без внесения неблагоприятных напряжений). Эти данные подтверждают положительное (смягчающее) влияние асбестовой прокладки, а также вывод о том, что нагрев дисков в равномерном температурном поле (при температуре около  $500^\circ\text{C}$ ) приводит к снятию остаточных напряжений, вызывающих крыловатость и тарельчатость пил.

### Выводы

1. Разработанный ЦНИИМОДом контактный нагреватель обеспечивает отпуск и термоправку пил. Рекомендуемый максимальный диаметр пил — 400 мм, допустимый — 500 мм.