

ТЕХНОЛОГИЯ НАКАЛЫВАНИЯ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ПРОПИТКИ ШПАЛ

TECHNOLOGY OF INCISING FOR PRICK IMPREGNATION OF SLEEPERS

Целью исследования является разработка технологии накалывания шпал. Применение данной технологии позволяет повысить качество пропитки древесины и повысить срок службы шпал.

The purpose of study is to develop a technology incising sleepers. Application of this technology to enhance the quality of impregnation of wood and increase the service life of sleepers.

Для повышения качества пропитки труднопропитываемых зон (ядро сосны, ель) деревянных шпал эффективно использовать накалывание [1, 2]. Накалывание не только улучшает качество пропитки шпал, но и уменьшает растрескиваемость древесины. Наколы образуют ряд мелких трещин, тем самым снижая напряжения в периферической зоне, и исключают появление опасных глубоких трещин. Повышение качества пропитки шпал путем применения технологии накалывания позволяет увеличить срок службы шпал.

Для проведения технологической операции накалывания предлагается использовать конструкцию станков барабанного непрерывного действия. В настоящее время нет единого мнения о том, какими должны быть форма и размеры наколочных ножей [3]. Очевидны лишь требования, которым они должны соответствовать:

1. Нож должен обеспечить размеры наколов, установленные ГОСТ 20022.3: глубина для пиленых лесоматериалов толщиной более 50 мм – 15 мм; размер в направлении вдоль волокон древесины – от 10 до 20 мм; в направлении поперек волокон от 2 до 3 мм.
2. Накалывание должно производиться без вырывов и растрескивания древесины.
3. Нож должен быть достаточно прочным, чтобы без поломки выдерживать нагрузки, возникающие при накалывании древесины.

Для того чтобы определить параметры ножа, обеспечивающие выполнение перечисленных требований, исходя из конструктивных соображений, была принята его упрощенная модель, показанная на рис. 1.

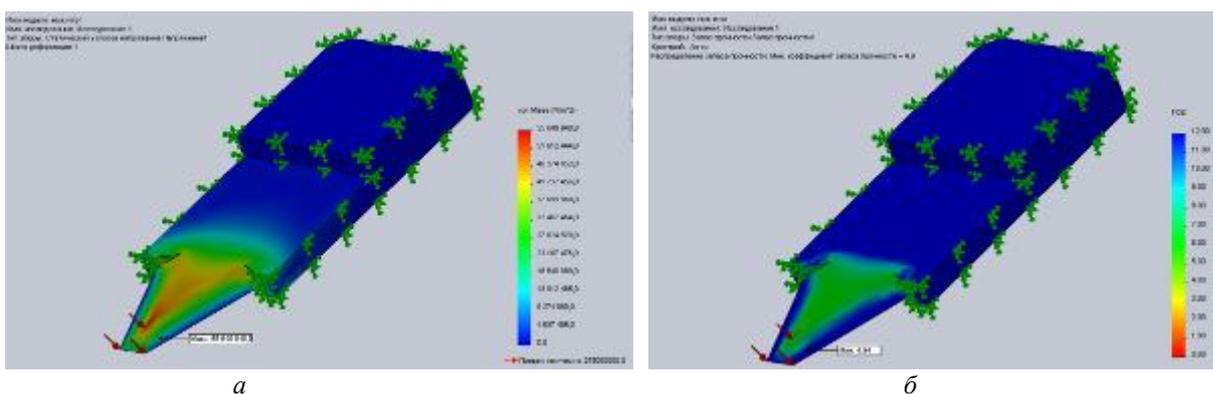


Рисунок 1 – Результат расчета статистических узловых напряжений, возникающих в ноже при одностороннем нагружении:

a – эпюра нагружений; *б* – эпюра запаса прочности

Древесина при внедрении в нее ножа будет оказывать давление на переднюю поверхность ножа. В принятой упрощенной расчетной модели величина давления будет соответствовать пределу прочности древесины при смятии поперек волокон $p = \sigma_{см}$.

Как правило, давление, оказываемое древесиной на обе боковые грани заостренного ножа, будет одинаковым, что обеспечит его устойчивость. Однако при длительной эксплуатации возможны ситуации, когда нож попадет на край обрабатываемого сортамента и будет воспринимать давление сминаемой древесины только с одной стороны. В этом случае устойчивость ножа может быть нарушена, что приведет к его поломке.

С учетом сказанного выше расчеты по определению оптимальных параметров ножа проводили в два этапа. На первом этапе, используя схему с односторонним нагружением, определяли минимально достаточную толщину. При этом рассматривали варианты, когда толщина ножа (S) составляла 1, 2, 3 и 4 мм. Угол заострения ножа принимали $\alpha = 45^\circ$, угол заточки $\beta = 45^\circ$. В качестве материала, из которого будут изготавливаться ножи, была выбрана сталь С45.

Для построения и расчета модели наколочного ножа был использован методом конечных элементов при статистическом нагружении. Результат расчета представляется в виде двух эпюр статического узлового напряжения и запаса прочности по отношению к пределу текучести материала, из которого изготовлен нож. На рис. 1, в качестве примера, показаны результаты расчета, полученные для ножа толщиной $S = 3$ мм. Как следует из рисунка, максимальные напряжения в ноже при накалывании возникают на передней кромке лезвия ножа на расстоянии примерно 3 мм от нижнего угла. Их величина составляет 55,65 МПа, что в 4,94 раза меньше предела текучести стали С45 и в 7,55 раза меньше предела прочности при растяжении.

Аналогичные расчеты были проделаны для толщин ножа 1, 2 и 4 мм. В результате выполненных расчетов установлено, что наилучшие условия работы наколочного ножа достигаются при его толщине 3 мм, что не противоречит требованиям ГОСТ 20022.3.

Следующий этап исследований был посвящен определению угловых параметров наколочного ножа: угла заострения (α) и угла заточки (β). При проведении расчетов угол заострения ножа изменяли в пределах от 30 до 50°. Расчеты выполняли с использованием расчетной схемы с двухсторонним нагружением. Толщину ножа приняли равной $S = 3$ мм. На рис. 2 показан результат расчета, полученный для значений угла заострения $\alpha = 45^\circ$ и угла заточки $\beta = 45^\circ$ в виде эпюр напряжений возникающих в ноже и запаса прочности.

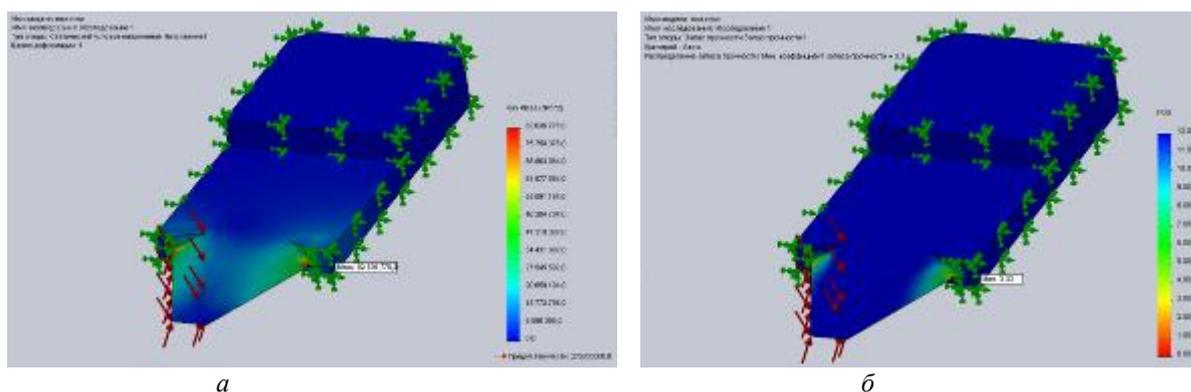


Рисунок 2 – Результат расчета статистических узловых напряжений, возникающих в ноже при двухстороннем нагружении:
а – эпюра нагружений; б – эпюра запаса прочности.

Подводя итог выполненным исследованиям получены следующие параметры наколочного ножа: толщина – $S = 3$ мм, угол заострения лезвия $\alpha = 50^\circ$, угол заточки – 30° . Принятая толщина обеспечит устойчивость, а значит, и работоспособность ножа при несимметричном нагружении, максимально возможный угол заострения лезвия позволит минимизировать напряжения, возникающие в ноже при накалывании, а мини-

мально допустимый угол заточки устранит опасность раскалывания древесины при внедрении в нее ножа.

С учетом оптимальных параметров наколочного ножа и требуемой сетки накалывания [4] был разработан и изготовлен наколочный барабан.



Рисунок 3 – Наколочный барабан

Использование операции накалывания позволяет достичь равномерной пропитки труднопропитываемой древесины глубиной 15-18 мм (рис. 4), что более чем в 3,6 раза глубины пропитки при традиционной схеме импрегнации (по ГОСТ 20022.0 2-5 мм).



а)

б)

Рисунок 4 – образцы шпал:

а) пропитанная ненаколотая еловая шпала; б) пропитанная наколотая еловая шпала

Разработанная технология накалывания шпал запатентована, опробирована и внедрена на ОАО «Борисовский шпалопрпиточный завод».

Литература

1. Jerrold Winandy. Effects incising on lumber strength and stiffness: relationships between incision density and depth, species, and msr grade – Jerrold Winandy, Jeffrey Morrell // Wood and Fiber Science. –1998. – 30 (2). – 185–197 p.

2. Perrin, P. W. Incising and its effects on wood strength and preservative treatment of wood – P.W. Perrin // Forest Prod. – 1978. – J. 28(9). – 27–33 p.

3. Баракс, А. М. Глубокая пропитка древесины путем применения наколов / А. М. Баракс, Ю. Н. Никифоров; под общ. ред. А. М. Баракс. – 2-е изд. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 176 с.

4. Божелко, И.К. Разработка технологии накалывания шпал для пропитки водоземulsionными защитными средствами. Труды БГТУ. Сер. II Лесн. и деревообр. промышленность. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 161–164.