

УДК 62174; 621.753

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РУБИЛЬНЫХ НОЖЕЙ,  
ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ***д-р техн. наук, проф. А.В. АЛИФАНОВ; В.В. ЦУРАН**(Барановичский государственный университет);**канд. техн. наук А.М. МИЛЮКОВА**(Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск)*

*Представлены результаты производственных испытаний рубильных ножей, изготовленных по специально разработанной технологии. В ходе проведенных работ из стали 6ХВ2С, поставляемой на белорусский рынок из России, изготовлены комплекты опытных образцов рубильных ножей, предназначенных для испытаний в производственных условиях на деревообрабатывающих предприятиях республики. Производственные испытания всех опытных ножей, изготовленных в соответствии с разработанными техпроцессами, показали их соответствие производственным требованиям, а также требованиям ГОСТов, что позволяет рекомендовать такой тип ножей для широкого внедрения на деревообрабатывающих предприятиях, специализирующихся на производстве технологической щепы.*

**Ключевые слова:** *рубильные машины, производственные испытания, механические свойства, геометрические параметры, изнашивание, микротрещины, переточка.*

С целью сокращения валютных средств, затрачиваемых на приобретение рубильных ножей, используемых на деревообрабатывающих предприятиях, для получения технологической щепы, Правительством Республики Беларусь в 2012 году дано указание разработать отечественную прогрессивную технологию изготовления рубильных ножей и организовать их производство. Головной организацией разработки назначен Физико-технический институт НАН Беларуси, соисполнителем – Барановичский государственный университет, организацией-изготовителем – филиал ЗАО «Атлант» – Барановичский станкостроительный завод (БСЗ). В результате проведения научно-исследовательских, конструкторских, технологических и опытно-производственных работ разработана конструкторская и технологическая документация, а также изготовлены опытные партии рубильных ножей, предназначенных для использования на различных рубильных машинах, установленных на соответствующих деревообрабатывающих предприятиях республики. В частности, на ОАО «Минскдрев», ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Витебскдрев», ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев»» в 2013–2014 годах проведены производственные испытания опытных образцов ножей, изготовленных по разработанным в ФТИ НАН Беларуси и БарГУ технологиям из сталей 6ХВ2С.

**Основные требования к проведению производственных испытаний.** Рубильные ножи, изготавливаемые для проведения испытаний, должны соответствовать ГОСТ 17342-81 [1]. Перед проведением испытаний древесное сырье тщательно проверяется на отсутствие минеральных, металлических и других включений. Через каждые 2 часа работы необходимо проводить контроль состояния рубильных ножей на наличие трещин, забоин, сколов, замеры величины износа режущей кромки (радиуса режущей кромки по всей длине не менее, чем в трех сечениях методом слепков). Рубильные ножи должны обеспечивать получение технологической щепы, соответствующей ГОСТ 15815-83 [2]. Установленный период стойкости ножей при переработке окоренной древесины хвойных пород без металлических и минеральных включений, влажностью не ниже 50%, при температуре не ниже минус 10 °С должен составлять не менее 360 мин. Процесс рубки щепы ведется до затупления режущей кромки ножей. По мере затупления весь комплект ножей демонтируется и подвергается переточке в цехе предприятия. Результаты испытаний ножей (отработанное время до очередной переточки, радиус изношенной режущей кромки) необходимо заносить в протокол, в котором учитывается и количество переработанной древесины.

**Основная часть.** В соответствии с договором ОАО «Минскдрев» № 2013/119 от 30.05.2013 проведены предварительные испытания опытных образцов ножей ФТИ5.001.1674 (1 комплект) для рубильной машины МРГ-20 представленной на рисунке 1, которые были изготовлены на опытном производстве в Физико-техническом институте НАН Беларуси (акт изготовления № 4.2/1) по ранее разработанной конструкторской и технологической документации.

В процессе испытаний ножи обеспечили получение технологической щепы по ГОСТ 15815-83 [2], период стойкости при переработке окоренной древесины хвойных пород (сосны) без металлических и минеральных включений влажностью не ниже 50% при температуре не ниже минус 10 °С составил 400 мин. Рубка велась до затупления режущей кромки ножа. По мере затупления ножей весь комплект демонтировался и подвергался переточке в цехе предприятия (произведено 4 переточки). Переточка ножей (демонтаж ножей) включает: наладку заточного оборудования; контроль режимов заточки; контроль точно-

сти установки ножей на рубительную машину. Испытания ножей соответствовали требованиям к их проведению, обозначенным выше.

Результаты, полученные в ходе испытаний исследуемых ножей, позволили рекомендовать их к использованию на деревообрабатывающих предприятиях после доработки конструкторской документации и технологии изготовления с целью повышения стойкости непрерывной работы ножей до 420 мин и более.



Рисунок 1 – Рубительная машина МРГ-20 на ОАО «Минскдрев»

**Рубительная машина** должна соответствовать паспортным данным и нормам точности по требованиям ГОСТ и ее необходимо подготовить к проведению испытаний.

Произвести проверку на геометрическую точность:

- биение ножевого вала не более 0,02 по всей длине (не менее чем в трех плоскостях);
- неперпендикулярность оси ножевого вала к направлению подачи материала не более 5 град на 1000 мм;
- непараллельность оси ножевого вала плоскости контрножа не более 0,1 мм на 1000 мм.

При обнаруженных отклонениях от нормируемых величин выявить причины и устранить их (зазор в подшипниках, изгиб вала).

Таким образом, подготовка рубильных ножей к испытаниям заключается в проверке на соответствие конструктивным параметрам машины и установке рубильных ножей при контроле точности установки, изменения зазоров с контрножом.

**Производственные испытания рубильных ножей на ОАО «Ивацевичдрев».** В соответствии с договором № 2012/117 от 07.06.2013 на ОАО «Ивацевичдрев» проведены производственные испытания опытных образцов ножей модели ФТИ5.001.1671 длиной 460 мм (рис. 2), техническую документацию на которые разработал БарГУ, изготовил филиал ОАО «Атлант» – БСЗ.

Испытания проводились в цехе рубки щепы по программе и методике ФТИ 0.316 ПМ «Ножи для рубки щепы». Условия проведения испытаний приведены выше.



Рисунок 2 – Опытный образец ножа для рубки щепы ФТИ5.001.1671

Ножи, подвергаемые испытаниям, обеспечили получение технологической щепы по ГОСТ 15815-83 [2], период стойкости при переработке окоренной древесины хвойных пород (сосны) без металлических и минеральных включений влажностью не ниже 50% при температуре не ниже минус 10 °С составил 380 мин.

Рубка велась до затупления режущей кромки ножа. По мере затупления ножей весь комплект демонтировался и подвергался переточке в цехе предприятия. Переточка ножей (демонтаж ножей) включает наладку заточного оборудования, контроль режимов заточки, контроль точности установки ножей на рубительную машину. Произведено 5 переточек.

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанные ножи к использованию на деревообрабатывающих предприятиях после доработки технологии изготовления с целью повышения их стойкости до 400 мин и более.

Опытные образцы исследованы на предмет изменений геометрических параметров, сохранения механических свойств.

**Испытания ножей для рубительных машин на ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев».** В соответствии с договором с ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев» № 2013/122 от 18.06.2013 проведены предварительные испытания опытных образцов ножей ФТИ5.001.1685 (1 комплект) для рубительной машины ДО-51, которые были изготовлены на опытном производстве в Физико-техническом институте НАН Беларуси (рис. 3, акт изготовления № 4.2/1).



**Рисунок 3 – Опытные образцы ножей для рубки щепы ФТИ5.001.1685**

Испытания проводились в цехе рубки щепы по программе и методике ФТИ 0.316 ПМ «Ножи для рубки щепы». По мере затупления ножей весь комплект демонтировался и подвергался переточке в цехе предприятия. Было произведено 5 переточек. Результаты испытаний позволяют рекомендовать их к использованию на деревообрабатывающих предприятиях после доработки конструкторской документации технологии изготовления с целью повышения их стойкости до 420 мин и более.

**Испытания ножей для рубительных машин на ОАО «Витебскдрев».** В соответствии с договором с ОАО «Витебскдрев» № 2013/118 от 28.06.2013 проведены испытания опытных образцов ножей ФТИ5.001.1675 длиной 700 мм (1 комплект) для рубительной машины МРН-100 (Россия), которые были изготовлены на филиале ЗАО «Атлант» – БСЗ (рис. 4).



**Рисунок 4 – Опытные образцы ножей для рубки щепы ФТИ5.001.1675**

Проведенные испытания показали, что ножи обеспечивают получение технологической щепы по ГОСТ 15815-83, период стойкости при переработке древесины хвойных (сосна) составил 400 мин. Рубка велась до затупления режущей кромки ножа или выхода из строя контрножа. По мере затупления ножей

весь комплект демонтировался и подвергался переточке в инструментальном цехе предприятия. Произведено 7 переточек. Результаты испытаний также заносились в протокол испытаний и позволяют рекомендовать к использованию опытные ножи ФТИ5.001.1675 на деревообрабатывающих предприятиях.

**Исследования механических свойств ножей для рубительных машин после проведения предварительных испытаний.** Из испытанных образцов ножей методом электроэрозионной резки вырезались специальные образцы (рис. 5) с целью изготовления шлифов для металлографических и дюраметрических исследований механических свойств образцов (твердость, ударная вязкость), которые проводились по стандартным методикам [3; 4].



Рисунок 5 – Шлифы из опытных образцов ножей

Известно, что достаточная вязкость в сочетании с достаточно высокой твердостью предупреждает образование сколов (выкрашивания) и трещин. Наряду с определенными внешними факторами на вязкость сталей влияет множество внутренних факторов: химический состав, загрязняющие примесные компоненты, количество и качество включений, степень пластической деформации, величина зерен аустенита, количество, распределение, дисперсность карбидов и других фаз, внутренние напряжения. Это свидетельствует о том, что на вязкость сталей, помимо термообработки, существенно изменяющей структуру, значительное влияние оказывают технология их изготовления, а также способ выплавки и горячего деформирования.

Исследованы механические свойства образцов ножей для рубки щепы (твердость, ударная вязкость) по стандартным методикам (ГОСТ 9013-59, ГОСТ 9454-78). Полученные результаты представлены в таблице.

#### Механические свойства образцов ножей для рубки щепы

Номер ножа	Твердость, HRC		Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	
	до испытаний	после испытаний	до испытаний	после испытаний
ФТИ 5.001.1671	49...55	50...56	12...19	15...23
ФТИ 5.001.1675	50...54	52...56	13...17	16...20

Из таблицы видно, что величины твердости и ударной вязкости опытных образцов ножей после проведения производственных испытаний немного увеличились, что можно объяснить проявлением наклепа вследствие многократных ударных нагрузок.

**Износ и затупление дереворежущих ножей в процессе производственных испытаний.** Эксперименты проводились согласно разработанной методике. В результате обработки полученных данных были установлены численные значения и зависимости исследуемых величин, изучен характер и величина износа ножей.

Количество обработанного древесного материала ( $L$ ): 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 погонных метров. Максимальное количество обработанных метров древесного материала выбиралось из предварительно проведенных исследований и рекомендаций. Ножи нумеровались с помощью электрогравировки.

В качестве контролируемых параметров были выбраны: радиус округления режущей кромки, линейный износ, количество обработанного древесного материала в погонных метрах. Измерения радиу-

са износа режущей кромки ножа проводились на инструментальном микроскопе ММИ-2 с радиусной головкой ОГР23; линейный износ – на микроскопе УИМ-23. Начальный радиус округления режущей кромки дереворежущих ножей зависит от тщательности их подготовки. Перед началом испытаний составлял около 5...10 мкм. Угол заострения режущей кромки ножей – от 27 до 40°.

Полученные зависимости износа и затупления характеризуются двумя фазами: приработочной и монотонной. Износ и затупление ножей из стали 6ХВ2С протекают наиболее интенсивно при обработке первых 1000 м. п. (приработанный износ). За этот период радиус округления режущей кромки ножей возрастает для ножей стали 6ХВ2С с 10 до 12...14 мкм. Линейный износ достигает 39 мкм. Изменение данных параметров происходит немонотонно, особенно на начальном этапе работы. В некоторых случаях наблюдаются микрообломы лезвия. Большая интенсивность износа в приработочный период связана с проявлением дефектного состояния прикромочной зоны и значительным напряжением в остро заточенном резце. При воздействии сил резания в этих местах происходит микроаварийный облом сравнительно больших блоков металла. С укорочением лезвия количество циклов нагружения до очередного микрооблома и отделения частицы лезвия увеличивается.

Величина радиуса возрастает на 4...6 мкм в среднем на каждые 1000 м. п. Линейный износ увеличивается при обработке каждых 1000 м. п. на 12 мкм и в конце периода достигает 84...95 мкм (после обработки 6000 м. п. древесного материала).

Анализ результатов проведенных исследований износа и затупления инструмента при обработке древесных материалов позволяют сделать вывод, что основными параметрами износа являются радиус округления и величина линейного укорочения по передней поверхности. Значения этих двух параметров определяют число переточек и величину объема металла, снимаемого при переточке ножа, следовательно эти параметры влияют на энерго- и материалопотребление при подготовке ножа к работе.

**Заключение.** Из стали 6ХВ2С, поставляемой на белорусский рынок из России, на филиале ЗАО «Атлант» – БСЗ было изготовлено несколько комплектов опытных образцов рубильных ножей, предназначенных для испытаний в производственных условиях на деревообрабатывающих предприятиях республики (ОАО «Минскдрев», ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Витебскдрев», ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев»»). Производственные испытания всех опытных ножей, изготовленных по технологиям, разработанными в ФТИ НАН Беларуси и БарГУ, показали их соответствие производственным требованиям, а также требованиям ГОСТов, что позволяет рекомендовать такие ножи для широкого внедрения на деревообрабатывающих предприятиях, специализирующихся на производстве технологической щепы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ножи для рубительных машин. Технические условия: ГОСТ 17342-81. – Введ. 11.03.1981. – М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1983. – 8 с.
2. Щепя технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815-83. – Введ. 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 11 с.
3. Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу: ГОСТ 9013-59. – Введ. 01.01.1969. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1989. – 11 с.
4. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах: ГОСТ 9454-78. – Введ. 01.01.1979. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1989. – 9 с.

Поступила 23.06.2015

#### RESULTS PRODUCTION TEST CHIPPER KNIVES, MANUFACTURED ACCORDING TO THE DEVELOPED TECHNOLOGY

A. ALIFANOV, V. TSURAN, A. MILUKOVA

*Set the use of domestic steel grades as a more promising in return import. In the course of the work of steel 6HV2S supplied to the Belarusian market of Russia, made a few sets of prototypes chipper knives, equipm-chennyh test under production conditions in the woodworking factories republics-faces. Production testing of all test blades manufactured in accordance with tehprotses-themselves developed in BarGU, demonstrated their compliance with production requirements and state standards requirements and is recommended for this type of knives for a wide introduction to woodworking enterprises, specializing in the production of wood chips.*

**Keywords:** *chippers, production testing, mechanical properties, geometric parameters, wear, cracks that regrinding.*