

УДК 621.931

В.И. Малыгин, Л.В. Кремлева, Н.В. Лобанов, В.И. Мелехов

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Малыгин Владимир Иванович родился в 1952 г., окончил в 1979 г. Университет Дружбы народов им. П. Лумумбы, доктор технических наук, профессор, действительный член АИИН РФ, проректор по научной работе Северодвинского филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 180 научных работ в области математического моделирования физических процессов при резании.

E-mail: v.malygin@narfu.ru

Кремлева Людмила Викторовна окончила филиал «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета, кандидат технических наук, зав. кафедрой автоматизирования системы технической подготовки производства Северодвинского филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 50 научных работ.

E-mail: l.kremleva@narfu.ru

Лобанов Николай Владимирович родился в 1966 г., окончил в 1988 г. филиал «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета, кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортного и технологического оборудования Северодвинского филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 15 научных работ в области математического моделирования физических процессов резания, прикладной механики и лесопильного оборудования.

E-mail: rector@sevmashvtuz.edu.ru

Мелехов Владимир Иванович родился в 1939 г., окончил в 1961 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой лесоведения и тепловой обработки древесины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, действительный член АПК, председатель диссертационного совета. Имеет более 300 научных работ в области технологии высококачественной сушки, пропитки древесины и использования малоценной древесины и отходов деревообработки на основе новых технологий.

Тел.: (8182) 21-61-49

ЭВОЛЮЦИЯ ТОПОЛОГИИ СБОРНЫХ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ФРЕЗ*

Современное развитие деревообработки характеризуется использованием режущего инструмента сборных конструкций с неперетачиваемыми режущими элементами из инструментальных сталей и твердых сплавов. В настоящее время фирмы-производители предлагают множество конструкций сборных фрез, различающихся конструктивным исполнением, способом базирования и механического крепления ножей. При разработке и изготовлении новых конструктивных вариантов исполнения сборного деревообрабатывающего инструмента фирмы-производители фактически не учитывают пока-

* Работа выполнена в Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова – головной исполнитель НИОКТР «Освоение высокотехнологичного мелкосерийного производства наукоемкой продукции – отечественных импорто-замещающих движительно-рулевых колонок и их компонентов для судов ледового класса» – при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Постановления Правительства РФ № 218 от 9 апреля 2010 г.

затели качества инструмента и, прежде всего, показатели эксплуатационной надежности. Отсутствие комплексных инженерных методик выбора оптимальных конструкций инструмента привело к существованию нескольких подходов к определению и прогнозированию показателей надежности и ресурса сборного режущего инструмента.

Цель работы – определение основных направлений совершенствования и развития конструктивно-топологической структуры сборного дереворежущего инструмента с учетом требований его эксплуатационной надежности и технологичности.

На основе анализа существующих подходов к оценке показателей качества сборного лезвийного инструмента отмечены достоинства и недостатки эмпирических методик определения эксплуатационной надежности и ресурса инструмента, используемых фирмами-производителями.

Приведены результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по совершенствованию конструкции дереворежущих фрез с учетом показателей эксплуатационной надежности, технологичности и экономичности конструкций. Совершенствование конструкций дереворежущих фрез проводилось как в направлении изменения формы режущего элемента, так и схемы их базирования в корпусе. Представлены конструктивные схемы режущих узлов фрез, математические зависимости определения основных показателей эксплуатационной надежности, а также технологические эскизы сборки и замены режущих элементов.

Установлено, что существующие методики прогнозирования эксплуатационной надежности качества сборного режущего инструмента носят вероятностный характер (это сдерживает их использование проектировщиками при создании новых конструкций). Оптимизация конструктивно-топологической структуры дереворежущего инструмента в направлении изменения схемы базирования и крепления режущих элементов в корпусе фрезы, увеличения числа ножей и формы режущего клина приводят к необходимости совершенствования комплексных расчетных методик, позволяющих оценивать показатели качества инструмента на стадии проектирования.

Ключевые слова: дереворежущий инструмент, надежность, ресурс, топология, оптимизация конструкции, расчетный метод.

Повышение точности и качества обработки изделий из древесины и древесных материалов при обеспечении заданного уровня производительности операций механической обработки и повышения надежности технологических систем – актуальная задача современных деревообрабатывающих производств. Одним из основных направлений обеспечения требуемого технологического уровня операций и качества обработки является использование прогрессивных и производительных конструкций дереворежущих инструментов. Современное состояние и перспективы развития деревообработки характеризуются широким использованием режущих инструментов сборных конструкций, оснащенных сменными, в том числе, и неперетачиваемыми режущими элементами из инструментальных сталей и твердых сплавов. Для обеспечения заданных параметров качества обрабатываемых поверхностей необходимо, чтобы дереворежущий инструмент обладал набором технических и технологических свойств, достаточный уровень которых обеспечит требуемые параметры и производительность обработки, а также повысит эффектив-

ность и надежность технологической системы в целом. В настоящее время фирмы-производители предлагают множество различных конструкций сборных фрез, различающихся габаритными размерами, конструктивным исполнением, способами базирования и механического крепления ножей.

Номенклатура показателей качества металло- и дереворежущего лезвийного инструмента включает в себя показатели назначения, надежности, технологичности, стандартизации и унификации, которые формируют наиболее важные эксплуатационные и экономические требования к дереворежущему инструменту. Среди этих требований показатели эксплуатационной надежности инструмента наиболее значимы. Эксплуатационная надежность – комплексный показатель режущего инструмента, существенно зависящий от его конструкции, точности и качества изготовления отдельных элементов узла механического крепления режущих элементов [8, 9]. Разнообразие современных инструментальных материалов, используемых в материалообработке, и отсутствие комплексных инженерных методик выбора оптимального конструктивного исполнения сборного режущего инструмента обусловили существование нескольких подходов к определению и прогнозированию показателей надежности сборного режущего инструмента.

Предложенная ВНИИинструмент методика оценки качества и технического уровня сборного инструмента предполагала сравнение конструкций в одинаковых условиях производственных испытаний на одном рабочем месте [12]. Такой подход, заключающийся в установлении, главным образом, периода стойкости инструмента, отличался безусловной чистотой эксперимента, но, с учетом необходимой статистической обработки, требовал большого расхода обрабатываемого материала. Например, только отраслевая лаборатория по испытаниям фрез при Белгородском заводе фрез за год переводила в стружку не менее 80 т обрабатываемого материала. При испытаниях дереворежущего инструмента, регламентированный период стойкости которого на порядок, а то и более, выше, чем у металлорежущего, технологическая трудоемкость процесса становится неприемлемой по экономическим причинам. Кроме того, этот метод, при всей объективности оценки по факту испытания готового образца, обеспечивал только сравнительную оценку и не давал рекомендаций по проектированию инструмента.

Более оперативный и менее затратный путь был предложен отраслевой лабораторией при Краматорском индустриальном институте [20]. Эта методика предлагала оценивать качество и надежность конструкции инструмента по величине ступенчато изменяющейся подачи до разрушения режущего элемента. Подобный подход также позволял давать сравнительную оценку инструментам только по одному критерию прочности и не позволял разрабатывать научно обоснованные методики выбора конструкции на стадии проектирования. Такое положение не могло устроить производителей – производителей режущего инструмента. Необходимость более оперативного решения выбора оптимальной конструкции на стадии проектирования, поиск новых

прогрессивных конструкций привели к оценке качества конструктивных решений не по эксплуатационным, а по косвенным показателям – параметрам физических процессов, протекающих в технологической системе и инструменте при резании. В свою очередь, это привело к необходимости экспериментального определения степени корреляции параметров физических полей, возникающих в технологической системе при резании, и показателей эксплуатационной надежности инструмента. В силу сложности и многофакторности протекающих физических процессов возникло несколько научных школ, основывающихся на различных показателях критериев качества инструмента и его надежности. Так, А.Д. Макаровым предложено оценивать качество по температурным показателям процесса резания [2], А.Я. Малкиным введено понятие динамического качества режущего инструмента [3]. Подход последнего основывался на экспериментально установленной корреляции стойкости и динамических показателей конструкции инструмента и позволил разработать методики неразрушающих экспресс-методов оценки статической жесткости и динамических характеристик узла крепления режущего элемента в условиях лабораторных стендовых испытаний, исключая опыты с резанием [5]. Такой подход не выводил на расчетные методики, но уже позволял исследовать влияние отдельных элементов конструкции и качества их исполнения [8, 9] и, самое главное, разрабатывать рекомендации по проектированию и технологии изготовления элементов конструкции. Данные методики и испытательные стенды были успешно апробированы в 80-е гг. прошлого столетия в совместных исследованиях Университета Дружбы народов, ВНИИинструмент и Оргприминструмент при выполнении Государственной программы 0.16.08 ГКНТ СССР по созданию инструмента с механическим креплением режущих пластин и внедрены на Белгородском заводе фрез, Харьковском, Московском и Томском инструментальных заводах, Московском станкостроительном производственном объединении «Красный пролетарий».

Аналогичные исследования в области дереворежущего инструмента позволили установить зависимость показателей качества дереворежущего инструмента от косвенных, связанных с эксплуатационными характеристиками, показателей. В частности, установлена зависимость изнашивания сменных ножей из различных инструментальных материалов сборных фрез и ножевых валов от относительной деформации режущей кромки при обработке древесины березы, разработана схема взаимосвязи эксплуатационных требований, технического обеспечения используемого оборудования и факторов обеспечения работоспособности режущих инструментов, а также схема управления параметрами, определяющими работоспособность дереворежущих инструментов [11]. Эти результаты получены на основе предшествующих исследований Г.А. Зотова, Е.А. Памфилова, Н.М. Петренко, П.Г. Пырикова [1, 13, 19 и др.]. На основе разработанных в дальнейшем математических моделей были созданы расчетные методики оценки отдельных показателей качества инструмента, в том числе и дереворежущих фрез [4–6, 10]. Разработанные методики,

результаты испытаний методами неразрушающего стендового контроля качества, а также накопленный производственный опыт позволили снять достаточно много противоречий, что значительно сократило количество различных типов конструкций производимого сборного инструмента. Выполненные исследования явились основой методик, позволяющих давать рекомендации о выборе технологических условий эксплуатации режущего инструмента, прежде всего типа выполняемых операций и обрабатываемых материалов.

Следует отметить, что при наличии общих установленных зависимостей существуют различия при резании металлических и неметаллических материалов, прежде всего древесных и древесно-композитных, характеризующихся существенной анизотропией физико-механических свойств. Это привело к некоторым различиям в требованиях, предъявляемых к металло- и дереворежущему инструменту. Для дереворежущего инструмента характерны более высокие скорости резания, большие массы цилиндрических дереворежущих фрез и ножевых валов и связанные с этим более высокие требования к их точности и балансировке, использованию корпусов фрез из легких сплавов на основе алюминия, что не характерно для металлообработки. Требования к качеству продукции деревообработки предполагают наличие у инструмента максимально возможного количества режущих ножей в корпусе фрезы. Напротив, в металлообработке опыт использования сборных торцовых фрез диаметром 315 мм с увеличенным числом (до 60) сменных механически закрепляемых режущих пластин показал их малую эффективность. Так, по данным литературных источников деревообработка занимает одно из первых мест по количеству травм среди отраслей промышленности. Причин две: большая доля станков с ручной подачей и высокая (3000...30000 об/мин) частота вращения инструмента. Высокие частоты вращения инструмента под воздействием центробежных сил и сил резания могут привести к разрушению инструмента, что обуславливает особые требования к надежности конструкции узлов крепления резцов для сборного инструмента

Поэтому представляет интерес оценка изменения конструктивно-топологической структуры сборных дереворежущих фрез. Если не останавливаться на анализе сборных дереворежущих фрез с позиции их классификации по направлению силового замыкания режущего ножа в гнезде корпуса, то за основную, базовую, можно принять конструкцию фирмы «Leitz» (рис. 1).

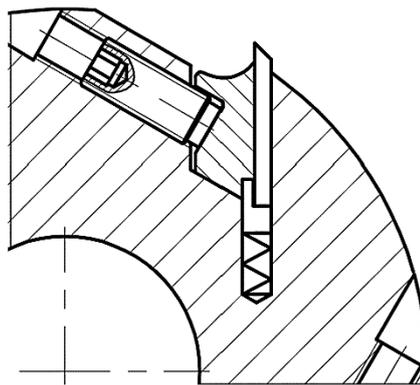


Рис. 1. Узел крепления режущего ножа (конструкция фирмы «Leitz»)

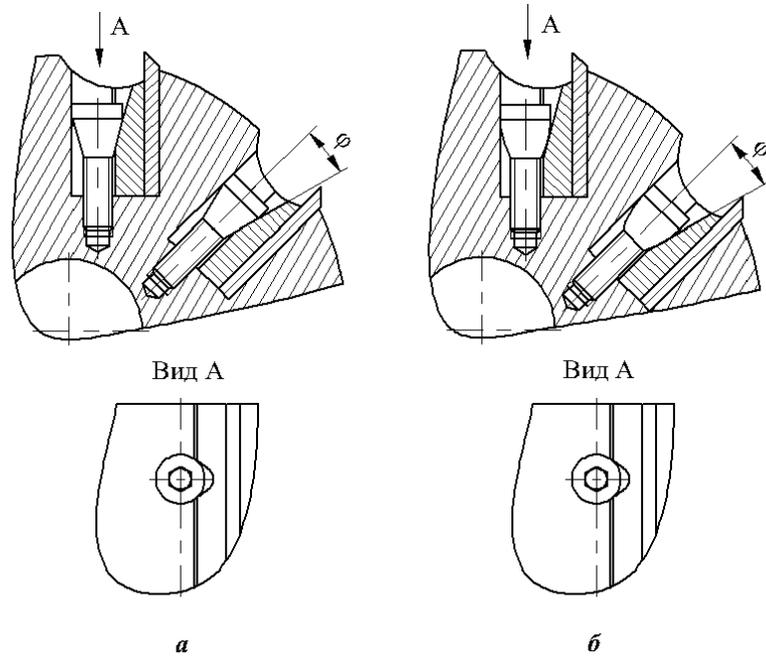


Рис. 2. Узел крепления режущего ножа радиальным винтом: *а* – с коническо-цилиндрической головкой; *б* – с криволинейной в осевом сечении головкой

С позиции увеличения числа зубьев фрезы данную конструкцию можно модифицировать за счет изменения положения крепящих винтов с тангенциального на радиальное (рис. 2) [14], что влечет за собой и изменение конструкции самого винта, поскольку при таком решении силовое замыкание осуществляется коническо-цилиндрической (рис. 2, *а*) или криволинейной в осевом сечении (рис. 2, *б*) головкой винта.

При этом угол наклона цилиндрических пазов прижимной планки определяется из следующих зависимостей:

$$F_{\text{зат}} \geq F_{\text{ин3}} k_3 \frac{2f_{\text{в}} \cos\varphi + (1 - f_{\text{в}}^2) \sin\varphi}{2f_{\text{н}} (\cos\varphi - f_{\text{в}} \sin\varphi)};$$

$$F_{\text{зат}} \geq (F_{\text{ин2}} + 0,5F_{\text{ин3}}) \frac{2f_{\text{в}} \cos\varphi + (1 - f_{\text{в}}^2) \sin\varphi}{f_{\text{н}} \cos\varphi + \sin\varphi},$$

где $F_{\text{зат}}$ – усилие затяжки винта;

$F_{\text{ин2}}, F_{\text{ин3}}$ – силы инерции ножа и прижимной планки соответственно;

k_3 – коэффициент запаса надежности закрепления ножа силами трения;
 $f_{\text{в}}$ – коэффициент трения поверхностей винта о корпус и прижимную планку;

φ – угол наклона цилиндрических пазов прижимной планки;

$f_{\text{н}}$ – коэффициент трения поверхностей ножа о корпус и прижимную планку.

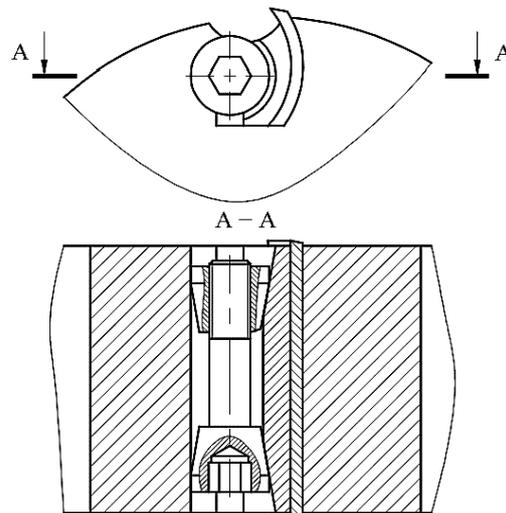


Рис. 3. Узел крепления режущего ножа с осевым расположением винта

Это позволяет увеличить количество ножей на фрезе (диаметр 110 мм) с 5–6 до 9–11 по сравнению с базовой конструкцией.

Следующий этап уменьшения габаритов – изменение радиального расположения винта с коническо-цилиндрической головкой на осевое расположение этого же винта с аналогичной гайкой, составляющих резьбовую пару, и переход к ножу криволинейной формы в поперечном сечении (рис. 3).

Такое решение имеет следующие преимущества:

- уменьшение габаритов узла крепления ножа, что существенно увеличивает прочность и деформируемость корпуса за счет снижения размеров паза;
- повышение надежности закрепления ножа;
- уменьшение дисбаланса, что особенно важно при высоких частотах вращения фрезы.

Дальнейшим развитием предыдущей конструкции [17], направленным на экономию инструментального материала, повышение надежности и стабильности закрепления, является использование тонкого ножа из инструментального материала, который в процессе закрепления упруго деформируется (рис. 4).

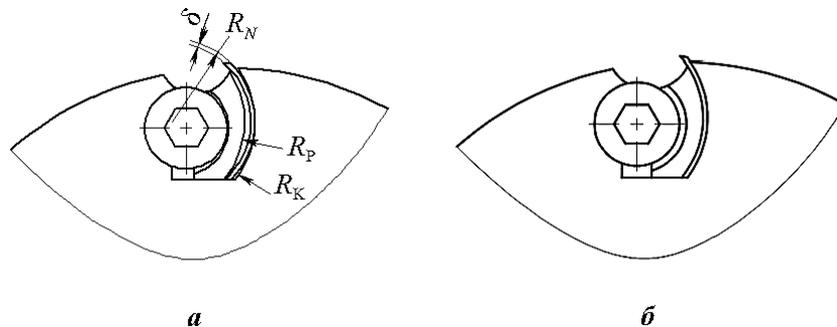


Рис. 4. Узел крепления тонкого деформируемого режущего ножа осевым винтом: *а* – до закрепления, *б* – после закрепления

За счет упругой деформации нож плотно прилегает к базовым поверхностям корпуса фрезы и прижимного элемента, что обеспечивает необходимую прочность и жесткость режущей кромки. Относительно небольшое и контролируемое усилие затяжки винта, достаточное для надежного закрепления ножа, снижает деформации корпуса и повышает стабильность закрепления.

Работоспособность конструкции обеспечивается при следующем условии:

$$R_N = \left(\frac{E \pm [\sigma]}{E \left(\frac{\delta}{2R_K} \right) \pm [\sigma]} + 1 \right) \frac{\delta}{2} \quad (\text{знак «+», если } R_K > R_N, \text{ знак «-», если } R_K < R_N);$$

$$R_P = R_K - \delta;$$

$$[\sigma] \leq 0,85\sigma_T.$$

где R_N – радиус наружной цилиндрической поверхности режущего ножа в недеформированном состоянии;

E – модуль Юнга материала ножа;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение;

δ – толщина ножа;

R_K – радиус опорной поверхности паза корпуса;

R_P – радиус прижимной поверхности крепящего элемента, которая упирается в переднюю поверхность режущего ножа;

σ_T – предел текучести материала ножа.

Другое направление увеличения числа режущих ножей фрезы – изменение формы его поперечного сечения. Разработанная конструкция [18], представленная на рис. 5, имеет радиусные в радиальном сечении фрезы двухлезвийные режущие ножи, выполненные с геометрией заточки для заднего угла α меньше, а для переднего угла γ больше на $\frac{1}{2}$ от рекомендованного заднего угла. В гнезде корпуса фрезы ножи повернуты на тот же угол β , что обеспечивает требуемую для резания геометрию и плоскостной контакт задней опорной поверхности ножа с базовой опорной поверхностью гнезда корпуса.

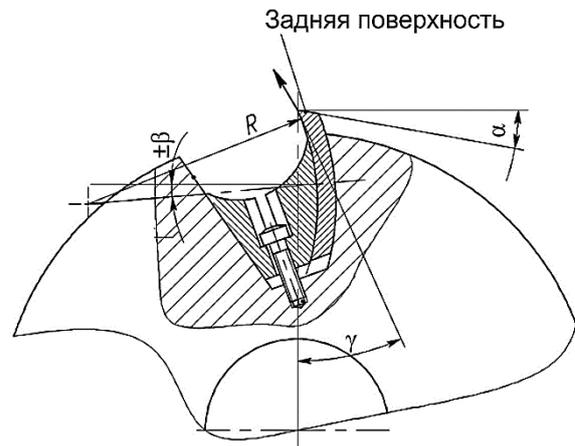


Рис. 5. Узел крепления фрезы с радиусными режущими пластинами и его геометрические параметры

При этом положение режущего ножа в корпусе связано с геометрическими параметрами фрезы следующей зависимостью:

$$R = \frac{D - d + (12...15)}{4 \sin(\gamma \pm \beta)},$$

где R – радиус передней поверхности режущего ножа;

D – наружный диаметр фрезы (корпуса фрезы);

d – диаметр посадочного отверстия фрезы;

β – угол положения режущего ножа по отношению к линии, нормальной (перпендикулярной) к плоскости и проходящей через режущую кромку и ось фрезы (в сечении).

Возможны и другие структурно-топологические решения, позволяющие не только решить задачи увеличения числа зубьев и экономии инструментальных материалов, но и улучшить технологичность конструкции, по новому решить вопрос подготовки фрез (рис. 6) [15]. В этой конструкции гнездо под двухлезвийный режущий нож выполнено цилиндрическим с радиусом, равным радиусу задней поверхности серпообразного в радиальном сечении фрезы ножа. Радиусы передней и задней поверхностей ножа:

$$R_n = \frac{H}{2 \sin \gamma};$$

$$R_3 = \frac{H}{2 \cos \alpha},$$

где H – ширина ножа.

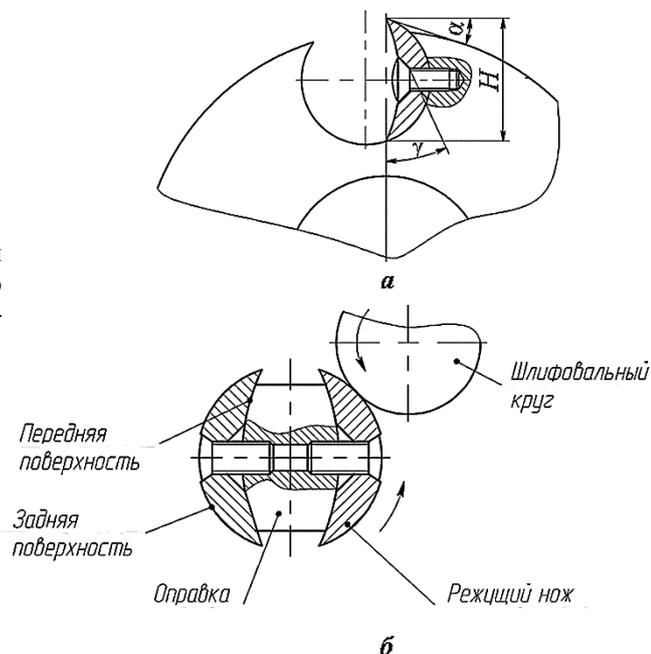


Рис. 6. Узел крепления серпообразного режущего элемента (а) и схема заточки ножей по задней поверхности (б)

Такое исполнение позволяет иначе обеспечивать подготовку фрезы к работе в части восстановления режущей способности изношенных ножей. Схема заточки ножей по задней поверхности представлена на рис. 6, б.

Существуют и другие формы механически закрепляемых режущих ножей, например как в конструкции фрезы [16] (рис. 7), в которой режущие ножи и пазы корпуса под двухлезвийные режущие ножи в радиальном сечении фрезы выполнены в виде двояковыпуклой линзы с радиусами передней и задней поверхностей. На рис. 7, б представлена схема закрепления линзообразных ножей в пазах корпуса с помощью эксцентрика.

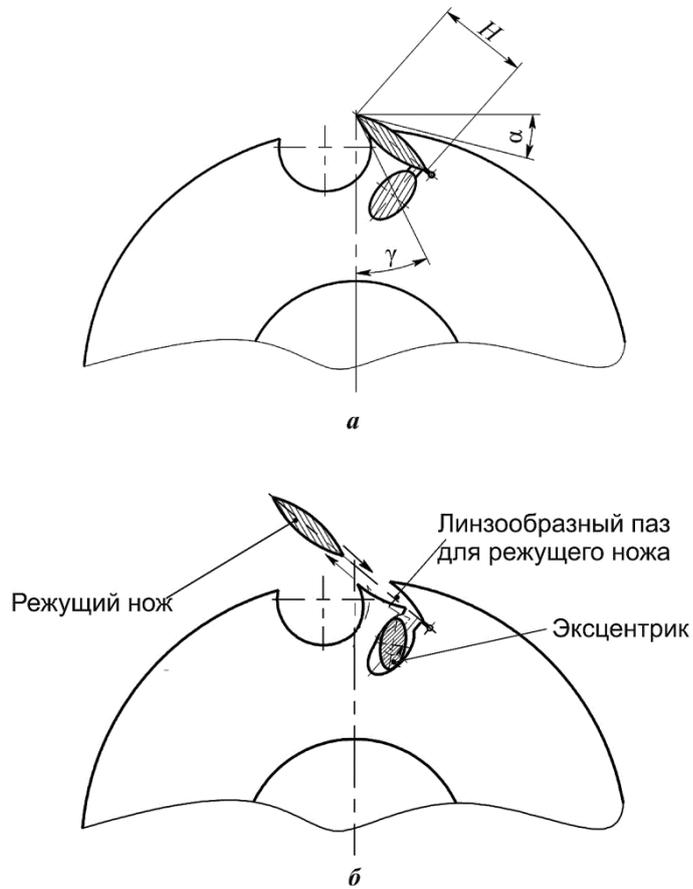


Рис. 7. Узел крепления линзообразного режущего элемента (а) и схема крепления ножей с помощью эксцентрика (б)

Соответствующие прижимные и опорные поверхности пазов под режущие ножи определяются следующими зависимостями:

$$\arccos\left(\frac{H}{2R_{II}}\right) + \arccos\left(\frac{H}{2R_3}\right) = \alpha + \gamma + 90.$$

В представленных конструкциях сборных дереворежущих фрез рабочие поверхности режущих элементов имеют сложную криволинейную форму, что оказывает существенное влияние на процесс резания, поэтому приведенные в [5–7] методики деформационно-прочностных расчетов, учитывающих лишь конструктивную схему узла крепления, требуют дальнейшего развития. Это позволит не только оптимизировать существующие конструкции, но и синтезировать новые конструктивно-топологические решения при проектировании сборного режущего инструмента.

Выводы

1. Существующие методики прогнозирования эксплуатационной надежности (комплексного показателя качества сборного режущего инструмента) носят вероятностный характер, поэтому для получения достоверных данных необходимы стойкостные испытания. Это сдерживает их использование проектировщиками при создании новых конструкций.

2. Оптимизация конструктивно-топологической структуры дереворежущего инструмента в направлении изменения схемы базирования и крепления режущих элементов в корпусе фрезы, увеличения числа ножей и формы режущего клина приводят к необходимости совершенствования комплексных расчетных методик, позволяющих оценивать показатели качества инструмента на стадии проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зотов Г.А., Памфилов Е.А.* Повышение стойкости дереворежущего инструмента. М.: Экология, 1991. 304 с.
2. *Макаров А.Д.* Оптимизация процессов резания. М.: Машиностроение, 1976. 279 с.
3. *Малкин А.Я.* Вопросы качества режущих инструментов // Машиностроение. 1976. № 11. С. 95–104. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. *Малыгин В.И., Кремлева Л.В.* Методика расчета динамических параметров процесса фрезерования древесины с учетом кинематической неустойчивости технологической системы // Лесн. журн. 2002. № 1. С. 95–103. (Изв. высш. учеб. заведений).
5. *Малыгин В.И., Лобанов Н.В.* Модель напряженного состояния сборного дереворежущего инструмента для оценки его качества на стадии проектирования // Лесн. журн. 2001. № 4. С. 58–74. (Изв. высш. учеб. заведений).
6. *Малыгин В.И., Лобанов Н.В., Кремлева Л.В.* Методы оптимизации и оценки качества дереворежущих фрез при стендовом и математическом моделировании. 1. Алгоритм решения задачи оптимизации конструкции сборного инструмента при физическом и математическом моделировании // Лесн. журн. 2008. № 2. С. 60–70. (Изв. высш. учеб. заведений).
7. *Малыгин В.И., Перфильев П.В.* Методы оптимизации и оценки качества дереворежущих фрез при стендовом и математическом моделировании. IV. Аналитические методы оценки качества дереворежущих фрез по напряженно-деформированному состоянию // Лесн. журн. 2009. № 2. С. 68–79. (Изв. высш. учеб. заведений).

8. *Малыгин В.И., Пантюхин Ю.В., Расторгуев В.В.* Результаты исследования качества стандартных сборных фрез по их статическим и динамическим характеристикам // Исследование технологии и конструкций деталей машин, оборудования и инструмента. М.: УДН, 1986. С. 36–39.

9. *Малыгин В.И., Пантюхин Ю.В., Светлаков Г.Б.* Исследование влияния отдельных конструктивных и технологических параметров на динамическую податливость сборных режущих инструментов // Исследование технологии и конструкций деталей машин, оборудования и инструмента. М.: УДН, 1985. С. 19–22.

10. *Малыгин В.И., Смаглов А.Е.* Оценка точности вычислений по уравнению теплопроводности при проектировании дереворежущего инструмента // Лесн. журн. 2001. № 5. С. 81–87. (Изв. высш. учеб. заведений).

11. Обеспечение работоспособности рабочих органов и инструментов машин и оборудования лесного комплекса / Е.А. Памфилов, П.Г. Пыриков, А.Н. Заикин, В.М. Меркелов // Лесн. журн. 2010. № 3. С. 77–83. (Изв. высш. учеб. заведений).

12. Обобщенная оценка качества режущих инструментов, выпускаемых инструментальными заводами МС и ИП: метод. указ. М.: ВНИИинструмент. 1975. 40 с.

13. *Памфилов Е.А., Петренко Н.М.* К вопросу о механизме изнашивания дереворежущего инструмента // Лесн. журн. 1978. № 3. С. 148–150. (Изв. высш. учеб. заведений).

14. Пат. 2354543 РФ, МПК В27G. Сборная дереворежущая фреза / Малыгин В.И., Прокофьев Г.Ф., Лобанов Н.В., Лобанова И.С.; заявитель и патентообладатель АГТУ. Заявл. 13.06.2007; опубл. 10.05.2009, Бюл. № 13. 2 с.

15. Пат. 2422263 РФ, МПК В27G. Сборная дереворежущая фреза / Малыгин В.И., Кремлева Л.В., Лобанов Н.В., Мелехов В.И., Шестаков К.Л.; заявитель и патентообладатель АГТУ. Заявл. 19.05.2010; опубл. 27.06.2011, Бюл. № 18. 3 с.

16. Пат. 2433035 РФ, МПК В27G. Сборная дереворежущая фреза / Малыгин В.И., Кремлева Л.В., Лобанов Н.В., Мелехов В.И., Шестаков К.Л.; заявитель и патентообладатель АГТУ. Заявл. 29.04.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 31. 2 с.

17. Пат. 2436670 РФ, МПК В27G. Сборная дереворежущая фреза / Малыгин В.И., Кремлева Л.В., Лобанов Н.В., Мелехов В.И., Шестаков К.Л.; заявитель и патентообладатель АГТУ. Заявл. 11.05.2010; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35. 3 с.

18. Пат. 2462351 РФ, МПК В27G. Дереворежущая фреза / Малыгин В.И., Кремлева Л.В., Лобанов Н.В., Прокофьев Г.Ф., Чистякова О.Н.; заявитель и патентообладатель АГТУ. Заявл. 12.04.2011; опубл. 27.09.2012, Бюл. № 27. 3 с.

19. *Пыриков П.Г.* Повышение стойкости инструментов для деревообработки. Брянск: БГИТА, 2009. 210 с.

20. *Хаев Г.Л.* Прочность режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1975. 40 с.

Поступила 16.01.13

V.I. Malygin, L.V. Kremleva, N.V. Lobanov, V.I. Melekhov

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Evolution of the Topological Structure of Wood-Milling Cutters

Modern wood industry is actively applying interlocking cutters with disposable cutter elements made of tool steel and hard alloys. Currently, manufacturers offer a great number of interlocking cutters varying in design, locating methods and types of blade insertion.

When developing and producing new designs of interlocking wood-milling cutters, manufacturers rarely take into account quality parameters of the cutter and, first of all, its operational reliability. As there are no integrated engineering methods for choosing the optimal cutter design, there emerged several approaches to determination and forecasting of reliability and service life of interlocking cutters.

The aim was to identify key areas for improvement and development of the topological structure of the interlocking wood-milling cutter with regard to required operational reliability and manufacturability.

Based on the analysis of existing quality evaluation approaches for interlocking cutters, we indicated advantages and disadvantages of the empirical methods used by manufacturers to determine reliability and service life of interlocking cutters.

The article provides the results of research and development projects on improvement of wood cutter design, with regard to its operational reliability, manufacturability and efficiency. The design of the wood-milling cutters was improved both in terms of the form of the cutter element, and their location in the housing. The article presents arrangement schemes for cutting units, equations for key parameters of operational reliability, as well as drafts for assembly and replacement of cutter elements.

The existing methods of forecasting operational reliability of the interlocking cutter are of probabilistic nature, which prevents designers from using them when creating new designs; changes in the topological structure of the wood-milling cutter both in terms of location and fitting of the cutter elements in the housing, changes in the form and number of blades and changes in the form of the cutter element call forth integrated engineering methodologies to evaluate cutter quality at the design stage.

Keywords: wood-cutting tool, reliability, service life, topology, optimization, calculation method.
