

УДК 674.055

П. В. Рудак, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);**В. В. Раповец**, кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ);**О. Г. Рудак**, магистр технических наук, ассистент (БГТУ);**О. Ю. Пискунова**, инженер (БГТУ);**А. Балтрушайтис**, кандидат технических наук, доцент (КТУ, Литва)**Г. Кятуракис**, преподаватель (КТУ, Литва)

МЕТОДИКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭФФЕКТИВНОГО УЛАВЛИВАНИЯ СТРУЖКИ И ПЫЛИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье приводятся результаты разработки энергосберегающей системы эффективного удаления отходов из зоны резания фрезерных деревообрабатывающих станков. Методика включает применение фрезы, ось которой наклонена к направлению подачи, фрезы с установкой режущих элементов на корпусе, обеспечивающей пересечение плотных потоков стружки и направление к воздухозаборнику рассеянных потоков стружки, стружкоприемника с рациональной организацией воздушных потоков через зону резания.

The article presents the results of developing of energy-saving system for effective removal of chips from the cutting zone of milling woodworking machines. The technique involves the use of mills, the axis of which is inclined to the direction of feed, mills with the installation of the cutting elements on the body, providing the intersection of dense flow of chips and moving to the air intake flow scattered chip, exhaust hood with the rational organization of air-flow through the cutting zone.

Введение. Обеспечение эффективного улавливания стружки и пыли при фрезеровании древесных материалов может быть достигнуто в результате создания системы, включающей в себя организацию в стружкоприемнике благоприятно направленных воздушных потоков, а также инструмент, который своей конструкцией или способом применения обеспечивает направленный выход стружки и пыли из зоны резания с учетом заданного расположения воздухозаборника.

Целью исследования, результаты которого представлены в данной работе, является выявление методов использования эффективной организации воздушных потоков в вытяжном устройстве и собственной кинетической энергии стружки и пыли для сокращения энергетических затрат на их улавливание.

Основная часть. Частью методики является разработанный способ применения дереворежущих хвостовых фрез распространенных конструкций.

Задачей описываемой разработки является повышение эффективности аспирации, сокращение энергетических затрат на удаление стружки и пыли из зоны резания плитных древесных материалов, обеспечение свободного выхода стружки и пыли из зоны резания благодаря использованию кинетической энергии стружки и пыли – их выбросу с инструмента в рациональном с точки зрения улавливания направлении (вверх – в сторону колпака системы аспирации или вниз – в сторону транспортера отходов), т. е. в направлении пылеуловителя.

Решение задачи достигается тем, что процесс фрезерования плитного древесного ма-

териала осуществляется фрезой, ось которой наклонена в направлении подачи или в направлении, противоположном направлению подачи под углом, значение которого подбирается для обеспечения выхода стружки и пыли из зоны резания в направлении пылеуловителя.

Древесная стружка и пыль, выходя из межзубой впадины инструмента, выбрасываются из зоны резания в виде снопа, обладающего значительными начальной скоростью и кинетической энергией. Стружка и пыль в таком снопе медленно теряют скорость, испытывая сопротивление воздуха – их улавливание сопряжено с необходимостью обеспечения высоких скоростей воздушных потоков в колпаке системы аспирации, т. е. со значительными энергетическими потерями и низкой эффективностью.

На рис. 1, а показана фреза 1, ось которой наклонена в направлении подачи под углом наклона оси фрезы χ . Фреза совершает вращение относительно собственной оси и осуществляет фрезерование заготовки 2 плитного материала со скоростью подачи V_s .

Стружка и пыль в процессе выхода из зоны резания формируют сноп 3, направленный в сторону пылеуловителя 4 (колпака системы аспирации), что облегчает захват частиц стружки и пыли воздушными потоками (пунктирные стрелки) пылеуловителя.

На рис. 1, б показан случай обработки фрезой с наклоном оси в направлении, противоположном подаче.

Стружка и пыль направляются в сторону транспортера отходов обработки.

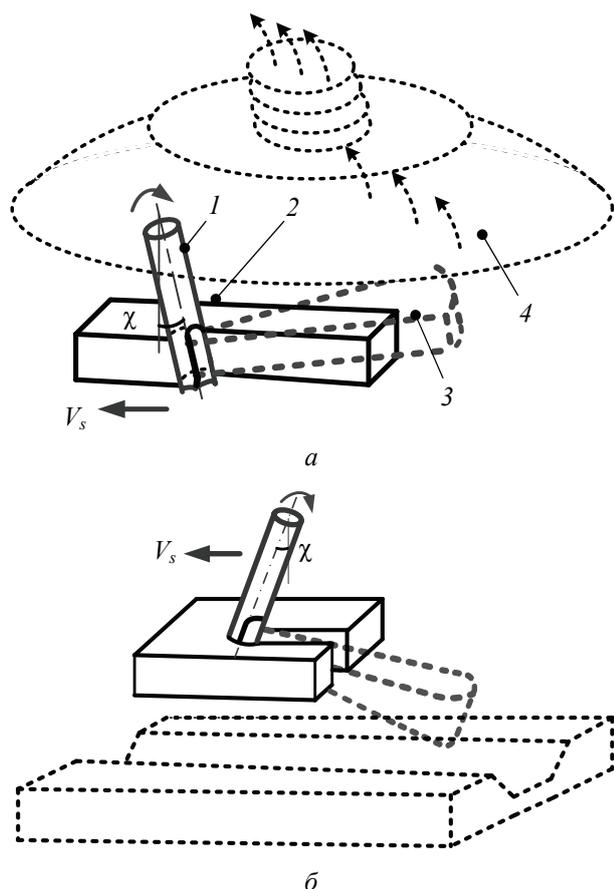


Рис. 1. Схема обработки фрезой с наклоном оси в направлении подачи (а) и в направлении, противоположном подаче (б)

Однако не все современные деревообрабатывающие станки обладают возможностью поворачивать ось вращения инструмента.

С целью повышения эффективности аспирации при эксплуатации трехкоординатных станков разработана фреза, содержащая режущие элементы, расположенные на корпусе под углом к оси ее вращения группами с частичным перекрытием друг друга режущими элементами соседних групп, и отличающаяся тем, что на одной образующей корпуса фрезы располагают пару режущих элементов, а на диаметрально противоположной стороне корпуса располагают отдельный режущий элемент так, чтобы углы наклона режущих элементов к оси фрезы были 25° , при этом верхний режущий элемент пары наклоняют вниз, а нижний режущий элемент пары и режущий элемент, расположенный отдельно, – вверх.

На рис. 2 представлена схема обработки древесного материала хвостовой фрезой в процессе работы пары режущих элементов (а) и отдельного режущего элемента (б).

Хвостовая фреза 1, содержащая пару режущих элементов 2 и 3 на одной образующей корпуса фрезы, и отдельный режущий элемент 4

на диаметрально противоположной стороне корпуса обрабатывают боковую поверхность древесного материала 5.

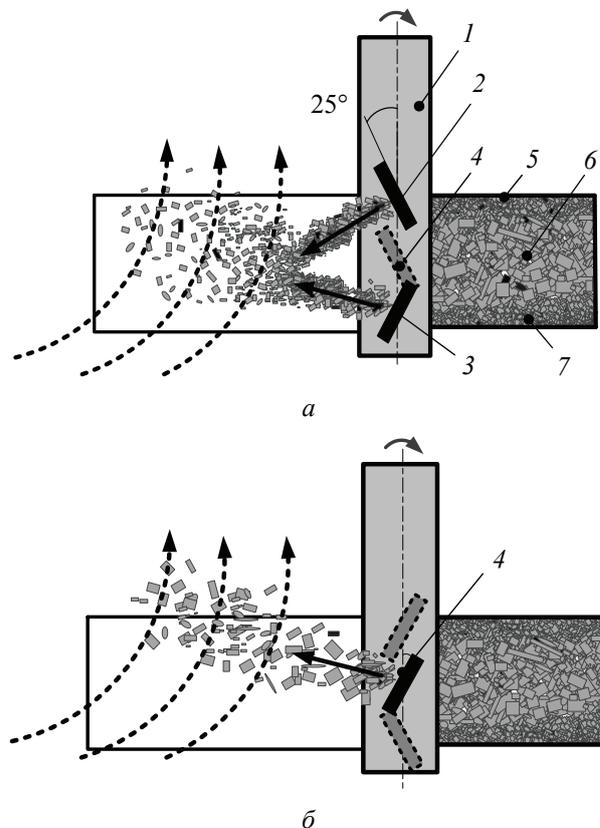


Рис. 2. Схема обработки древесного материала хвостовой фрезой в процессе работы пары (а) и отдельного (б) режущих элементов

Древесный материал неоднороден по толщине и характеризуется меньшей плотностью в средней части 6 и более высокой плотностью в областях 7, прилегающих к пластиам. Стружка, срезаемая верхним и нижним режущими элементами, покидает фрезу сориентированной соответственно в нижнем и верхнем направлениях.

Углы наклона режущих элементов 25° к оси фрезы обеспечивают сход стружки с нижнего режущего элемента с несколько большей скоростью, чем с верхнего, что установлено в результате исследований авторов [1].

В результате пересечения потоков стружки, покинувших фрезу с нижнего и верхнего режущих элементов, потоки стружки рассеиваются, кинетические энергии древесных частиц уменьшаются и древесные частицы более эффективно захватываются аспирирующими воздушными потоками, направления которых вверх на рисунках показаны пунктирными стрелками.

Отдельный режущий элемент 4 имеет угол наклона 25° вверх к оси инструмента и обрабатывает среднюю, более рыхлую часть древес-

ного материала, обеспечивая выход стружки с фрезы менее плотным потоком частиц вверх, в сторону воздухозаборника.

Разработанная методика предполагает использование вытяжного устройства с благоприятной с точки зрения аспирации организацией воздушных потоков [2].

Схема разработанного вытяжного устройства с организованным движением воздушных потоков через зону обработки фрезерной группы станка показана на рис. 3.

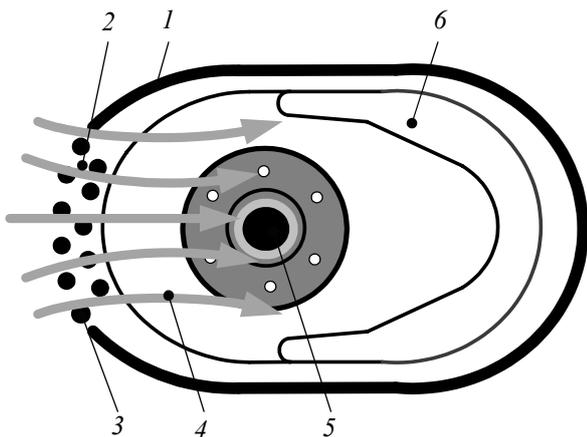


Рис. 3. Схема стружкоприемника с организованным движением воздушных потоков через зону обработки

Периметр воздухозаборника частично герметизируется гибкой юбкой-ограждением 1 с обеспечением разрыва в области 2, где устанавливаются ряды щеточных пучков 3.

Благодаря указанной конструкции в воздухозаборнике воздушные потоки 4 приобретают направленный характер, двигаясь от разрыва 2 гибкой юбки через зону обработки 5 к воздухозаборнику 6.

Конструкция воздухозаборника позволяет повысить скорости воздушных потоков в нем, сократив подсосы воздуха снаружи.

Заключение. Разработанная методика энергосберегающего эффективного улавливания стружки и пыли при фрезеровании древесных материалов основана на различии подходов к случаям полного и неполного фрезерования, а также к вариантам применения станков с верхним и нижним расположением стружкоприемников фрезерных групп.

Разработанная методика включает:

1) при обработке древесных материалов со снятием припуска меньше диаметра фрезы (неполное фрезерование):

– на станках с верхним расположением вытяжного устройства целесообразно использовать пылестружкоприемник с организацией направленного движения воздушных потоков через зону

обработки и применять фрезы с наклоном оси в направлении подачи под углом χ , для определения значения которого используется выражение

$$\chi = \arccos\left(\frac{H_n}{L_n}\right),$$

где H_n – толщина обрабатываемого плитного древесного материала; L_n – длина лезвия фрезы;

– на станках с нижним расположением стружкоприемника (или транспортером отходов) целесообразно применять фрезу с наклоном оси в направлении, противоположном направлению подачи под углом χ , значения которого определяют из указанного выражения;

2) при снятии припуска, равного диаметру фрезы (полное фрезерование), целесообразно применять хвостовую фрезу, у которой углы наклона режущих элементов к оси фрезы составляют 25° , и содержащую пару режущих элементов на одной образующей корпуса, а также отдельный режущий элемент на диаметрально противоположной стороне;

– на станках с верхним расположением вытяжного устройства целесообразно использование пылестружкоприемника с организацией направленного движения воздушных потоков через зону обработки, а у фрезы при этом верхний режущий элемент пары должен иметь наклон вниз, а нижний режущий элемент пары и режущий элемент, расположенный отдельно, должны быть наклонены вверх;

– на станках с нижним расположением пылестружкоприемника у фрезы верхний режущий элемент пары и режущий элемент, расположенный отдельно, наклоняют вниз, а нижний режущий элемент – вверх.

Новизна подхода состоит в использовании кинетической энергии стружки и пыли с учетом неодинаковых механических свойств обрабатываемого материала по толщине для сокращения энергетических затрат на аспирацию в условиях организации воздушных потоков, направленных через зону обработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (Т12М-098).

Литература

1. Моделирование процесса движения элемента стружки в стружечной канавке фрезы при обработке плитных древесных материалов / П. В. Рудак [и др.] // Вес. ГГТУ им. П. О. Сухого. 2013. № 1. С. 3–12.

2. Совершенствование систем аспирации в деревообработке / П. В. Рудак [и др.] // Энергоэффективность. 2013. № 6. С. 24–27.

Поступила 27.02.2014