

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

ШКРАБАК Владимир Степанович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

ОРЛОВ Павел Сергеевич, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия

МОРОЗОВ Вадим Владимирович, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия

ШКРАБАК Роман Владимирович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

КРУПКА Елена Сергеевна, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия

101

Отмечается, что агропромышленный комплекс является стабильным поставщиком продовольствия для населения и сырья для различных видов экономической деятельности. Кроме того, характерными являются работы, связанные с распиловкой различных твердых материалов (древесины, пластических масс, замороженной мясной и рыбной продукции, костей и др.). Применяемое при этом оборудование отличается металлоемкостью, недостаточной производительностью и низкой надежностью, повышенной травмоопасностью. Кроме того, оборудование для распиловки древесины дорогостоящее и высокоэнергозатратное. В связи с изложенным на основе изучения и анализа ситуации авторами предложено авторское решение, позволяющее сократить недостатки существующего оборудования, обеспечивая повышение производительности в два раза, надежности и безопасности в эксплуатации. Этому способствуют инновационные конструктивные решения, обеспечивающие, в частности, распиловку материалов при движении пильного блока не только вниз по вертикали, но и верх по принципу кривошипно-шатунного механизма. Изложению конструкции и принципа действия предложенного инновационного решения посвящен излагаемый ниже материал.

Введение. Агропромышленный комплекс (АПК) является базовым источником продовольствия для населения и сырьем для различных видов экономической деятельности. Кроме того, по сложившимся обстоятельствам объективного характера (географическое положение земледелия, почвенно-климатические условия, плодородие земель и др.), а также не в полной мере соответствие технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции, методов и средств электромеханизации технологических процессов современным требованиям, энергоемкость современных производств, является достаточно высокой. В дополнение к этому значительная часть «отходов» (вторичного сырья продукции АПК) уничтожается без переработки и использования в различных сферах производства (строительстве дорог и сооружений, бытовой сфере и др.), распространено сжигание (соломы, опилок деревообрабатывающих предприятий, стеблей подсолнечника, кукурузы, отходов лесохозяйственной деятельности, животноводства, растениеводства) или складирование на свалках, ухудшая экологию. Недостаточно эффективно используются отходы и в пищевой промышленности. Изложенные обстоятельства

тормозят рост производительности и доходности агропромышленного производства (АПП).

Следует отметить, что в рассматриваемом направлении деятельности важно усиление научных исследований, особенно в части инновационных решений по технологиям и методам и средствам их реализации применительно к АПК, на что сообщество ученых и специалистов ориентируют решения руководящих органов страны [1–3, 6, 7] и Послание Президента Федеральному собранию страны 21 апреля 2021 г. В качестве примера обсуждаемой проблемы остановимся, например, на авторских инновационных решениях, касающихся технологии и средств для распиловки в структурах АПК твердых материалов (древесины, пластиковой массы, замороженных мясо- и рыбопродуктов, костей для получения в последующем костной муки для удобрений и других целей).

Методика исследований. В соответствии с вышеизложенным методикой исследования предусматривалось изучение проблем, связанных с эффективностью, безопасностью эксплуатации, надежности технологии распиловки твердых материалов, используемых и генерируемых в АПК. Анализировались средства распиловки, используемые в настоящее время, их преиму-



щества и недостатки. Анализу подвергались их особенности и недостатки. В результате анализа и патентных исследований выяснялась необходимость в инновационных решениях в части распиловочного устройства (для твердых материалов, используемых в АПК). В качестве объекта исследования принимались существующие устройства для распиловки и их аналоги, а также предложенные авторами инновационные распиловочные устройства.

Результаты исследований. В соответствии с применяемой методологией подобных исследований предполагалась разработка инновационного распиловочного устройства авторской конструкции. В соответствии с этим в целях формирования отличительных признаков авторского устройства выполнены патентные исследования в соответствии с требованиями ФИПС (Федеральный институт промышленной собственности) по классам МПК: B27B 15/04, 15/00, 3/00 и другим, сходным с указанными. В результате выявлены несколько решений, представляющих интерес. Так, устройство [8] для распиловки древесины пилой, совершающей движение в пропиле по замкнутой кривой, характерно тем, что с целью распиловки толсторазмерного леса пилой с ходом меньше высоты пропила, оно выполнено в виде пары вращающихся эксцентриков, величина эксцентризитета которых определяется размерами кривой, по которой движется пила, прикрепляемая к ним своими концами.

В названном устройстве с целью передачи опилок из впадины одного зуба во впадину другого и уменьшения динамических нагрузок при распиловке древесины несколькими пилами в нем предусмотрено несколько пар эксцентриков, сдвинутых по угловому расположению.

Однако предлагаемое устройство не лишено недостатков; в нем пилы расположены на консольных участках валов и при распиловке древесины несколькими пилами требуется применение нескольких пар эксцентриков, удлиняющих и утяжеляющих консоли вала; синхронизация вращения валов, необходимая для обеспечения движения пил, осуществляемая втулочно-ROLиковой цепью, утяжеляет конструкцию, требуя применения более мощного двигателя привода устройства увеличивая энергозатраты на распиловку; устройство не исключает эффект формоизменения пильного полотна в процессе распиловки, увеличивая ширину распила и увеличивая отходы, переводя деловую древесину в опилки.

Также известно устройство для распиловки древесины, содержащее: два коленчатых поворотных вала (оси вращения которых параллельны), соединенных между собой механической связью; привод и пильные полотна, закрепленные концами шарнирно на одноименных шейках коленчатых валов так, что шарниры концов

пильных полотен смешены относительно друг друга вокруг оси вращения каждого коленчатого вала соответственно; отличается тем, что шарниры концов пильных полотен смешены относительно друг друга вокруг оси вращения каждого коленчатого вала соответственно на 120° [9].

Это техническое решение также не лишено недостатков: не исключено резонансное формоизменение (изгиб, кручение, плоскостные колебания) пильных полотен, возникающие в процессе резания при изменении сил натяжения пильных полотен вследствие их нагрева; потеря устойчивости в результате перегрева пильных полотен ведет к разнотолщинности распиленной древесины, увеличению ширины пропила, усилия резания, уводу пильного полотна и его заклиниванию в зоне распила; используемая дополнительная сложная кинематическая связь между утяжеленными ведущим и ведомым валами для обеспечения синхронизации их вращения, усложняет конструкцию и увеличивает энергозатраты на распиловку.

Наиболее близким к предлагаемому авторами решению является патент: «Пильный модуль, пильный блок и устройство для распиловки» [4]. В нем пильный модуль, содержащий по меньшей мере одно пильное полотно, имеющее зубья, межзубцовые впадины и заднюю кромку и закрепленное между двумя крепежными узлами, предназначенными для шарнирного соединения с ведущим и ведомым валами, оси вращения которых параллельны друг другу, со смещением оси шарнира каждого крепежного узла относительно оси вращения соответствующего ему вала, отличающийся тем, что пильное полотно установлено так, что линия, соединяющая оси шарниров и лежащая в пределах плоскости указанного полотна, расположена относительно линии задней кромки на расстоянии, равном $1,25\div0,7$ ширины указанного полотна, измеряемой между задней кромкой указанного полотна и линией межзубцовых впадин, при этом ширина полотна находится в пределах $0,1\div0,45$ его свободной длины.

Модуль по п. 1 отличается тем, что при установке его на ведущем и ведомом эксцентриковых валах указанное смещение равно расстоянию между геометрической осью эксцентрика и осью вращения вала;

Устройство для распиловки включает станину, на которой расположен пильный блок, содержащий ведущий и ведомый валы с параллельными осями вращения и опорами на концах стойки для размещения опор и, по меньшей мере, один пильный модуль, выполненный в виде, по крайней мере одного пильного полотна имеющего зубья, межзубцовые впадины и заднюю кромку и закрепленную между двумя крепежными узлами, шарнирно соединенными с ведущим и ведомым валами со смещением оси шарнира каждого



крепежного узла относительно оси вращения соответствующего ему вала, причем центр масс каждой половины пильного модуля, образованной половиной пильного полотна и соответствующим ей крепежным узлом, расположен в точке, находящейся на расстоянии от оси шарнира этого крепежного узла, не превышающем четырехкратной величины смещения указанной оси относительно оси вращения соответствующего вала, отличающейся тем, что пильное полотно установлено так, что линия, соединяющая оси шарниров и лежащая в пределах плоскости указанного полотна, расположена относительно линии задней кромки на расстоянии, равном $1,25 \div 0,7$ ширины указанного полотна, измеряемой между задней кромкой указанного полотна и линией межзубцовых впадин, при этом ширина полотна находится в пределах $0,1 \div 0,45$ его свободной длины [4].

Отметим, что в устройстве рабочий ход осуществляется только при движении пильных полотен сверху вниз, что свидетельствует о возможности роста производительности распилювочных машин почти в 2 раза без увеличения числа оборотов при соответствующем увеличении мощности привода.

Поэтому в авторском решении предполагалось повышение устойчивости пильного полотна, качества пиления и практического повышения производительности распиловки.

Поставленная задача достигается распилювочным устройством, включающим станину, на которой расположены стойки для размещения опор, пильный блок, содержащий ведущий и ведомый эксцентриковые валы с параллельными осями вращения, расположенные с возможностью их установки в заданном осевом положении в опорах и, по меньшей мере, один пильный модуль, выполненный в виде, по крайней мере одного пильного полотна имеющего зубья, межзубцовые впадины и заднюю кромку, закрепленного между двумя крепежными узлами, с возможностью регулирования промежутков между пильными модулями. Последние установлены на валах с равным угловым смещением один относительно другого и содержат хомут, шарнирно связанный с валом и соединенную с хомутом скобу, снабженную средством подвижной фиксации пильного полотна шарнирно соединенного с ведущим и ведомым валами со смещением оси шарнира каждого крепежного узла относительно оси вращения соответствующего ему вала, равного расстоянию между геометрической осью эксцентрика и осью вращения вала. Средство подвижной фиксации полотна содержит, по меньшей мере, один штифт, размещенный в отверстии, выполненном на конце пильного полотна, соосные отверстия, выполненные в противоположных стенках хомута, и скобы для установки в них указанного штифта с возможно-

стью перемещения вдоль продольной оси пильного полотна, и пружину для взаимодействия с указанным штифтом, закрепленную внутри скобы. При этом пильные модули установлены на приводных валах попарно один относительно другого с угловым смещением на 180° . Указанные валы вращаются встречно друг другу с помощью клиновременной зубчатой передачи, охватывающей зубчатые шкивы одинакового диаметра с одинаковым числом зубьев восьмеркой, зубья пильных полотен направлены попарно – встречно, а зубчатый шкив ведомого вала расположен на его хвостовике, соединенном с ведомым валом шарниром равных угловых скоростей и повернут относительно оси вала в горизонтальной плоскости на угол α .

Новыми существенными признаками являются:

1) угловое смещение на валах одного пильного модуля относительно другого на 180° позволяет значительные уменьшить неуравновешенные инерционные силы возвратно–поступательного движения пильной рамы, возникающие в процессе функционирования пилорам, снижающие качество распиловки и не требуют наличия массивного и дорогостоящего фундамента;

2) синхронизация вращения верхнего и нижнего валов, осуществляемая с помощью зубчатых приводных ремней и зубчатых шкивов с одинаковым числом зубьев, обеспечивает возможность осуществления рабочего (пильного) хода как при движении пильного полотна сверху вниз, так и при его движении снизу – вверх;

3) встречное друг другу вращение приводных валов устройства для распиловки позволяет получить вращательно – поступательно – колебательные движения пильных полотен, обеспечивая возможность осуществления рабочего (пильного) хода при движении пильного полотна как сверху вниз, так и при его движении снизу – вверх, дополнительно обеспечивая исключение потери устойчивости пильных полотен и повышение качества распиловки, так как при любом рабочем ходе растягивающие усилия в пильных полотнах растут;

4) Отклонение от вертикали (наклон) пильных полотен в пропиле при осуществлении рабочего (пильного) хода облегчает эффективное удаление опилок из реза и исключает заклинивание пильных полотен при движении последних как сверху вниз, так и снизу вверх;

5) расположение зубьев пильных полотен попарно – встречно обеспечивает осуществления рабочего (пильного) хода пильного полотна при движении последнего как сверху вниз, так и снизу вверх, увеличивая производительность пиления.

6) наличие шарнира равных угловых скоростей и поворот относительно оси ведомого вала в горизонтальной плоскости на угол α хвостовика с зубчатым шкивом исключает контакт сбегающей и набегающей ветвей зубчатого ремня зуб-



чатой клиноременной передачи, охватывающей зубчатые шкивы одинакового диаметра с одинаковым числом зубьев восьмеркой;

7) сохранение динамической устойчивости пильных полотен в процессе их работы обеспечивает высокое качество продукции с минимальными энергозатратами при увеличении производительности предлагаемого устройства по сравнению с аналогичными серийными образцами почти в 2 раза.

Перечисленная совокупность признаков обеспечивает получение технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Получение технического результата решения достигается распиловочным устройством (рис. 1), включающим в себя станину 1, на которой расположена пильный блок 2 (средства подачи и удаления распиливаемого материала не показаны), содержащий верхний 3 (ведомый) и нижний 4 (ведущий) с хвостовиками 13 и 14 приводные шлицевые валы. Оси вращения (см. рис. 1) обоих валов 3 и 4 параллельны и оба вала закреплены по концам в опорах 5, размещенных на стойках 6. Опоры 5 верхнего (ведомого) вала 3 снабжены узлами 15 регулировки положения опор. Верхний 3 (ведомый) приводной вал снимает врачающий момент через шар-

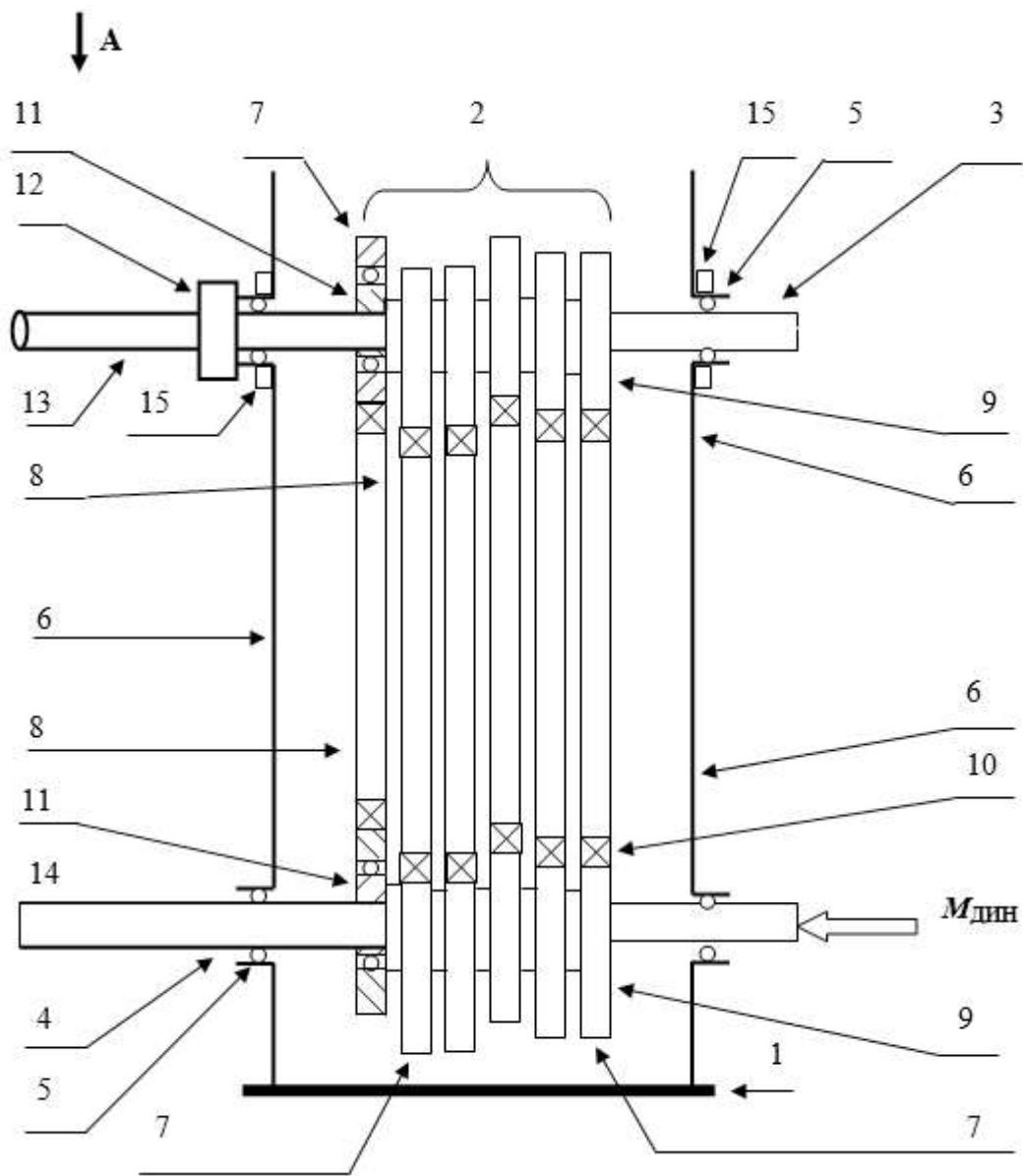


Рис. 1. Принципиальная схема предложенного распиловочного устройства (не показана зубчатая клиноременная передача):

1 – станина; 2 – пильный блок в составе 6 пильных модулей 7; 3 – верхний (ведомый) приводной вал пильного блока 2 с хвостовиком 22 под шкив клиноременной зубчатой передачи, получающий крутящий момент через шарнир равных угловых скоростей 21;

4 – нижний (ведущий) приводной вал пильного блока 2 с хвостовиком 23 под шкив клиноременной зубчатой передачи транслирующий врачающий момент $M_{дин}$ на привод устройства для распиловки; 5 – опора приводного вала 3 (4); 6 – стойка; 7 – пильный модуль;

8 – пильное полотно; 9 – шарнирный узел пильного модуля 7; 10 – средство подвижной фиксации пильного полотна 8; 11 – эксцентрик приводного вала 3 (4); 12 – шарнир равных угловых скоростей верхнего (ведомого) приводного вала 3; 13 – хвостовик под шкив клиноременной зубчатой передачи верхнего (ведомого) приводного вала 3; 14 – хвостовик под шкив клиноременной зубчатой передачи нижнего (ведущего) приводного вала 4; 15 – узел регулировки опоры 5 верхнего приводного (ведомого) вала 3



нир равных угловых скоростей 12 с шлицеванного хвостовика 13, на котором смонтирован зубчатый шкив 25 (рис. 2, 3) зубчатой клиноременной передачи, передающей крутящий момент с нижнего (ведущего) приводного вала 4 посредством шлицеванного хвостовика 14.

Шарнирные узлы 9 (см. рис. 1) каждого пильного модуля 7 размещены на эксцентри-

ках 11, повернутых на валах 3 и 4 относительно друг друга на заданный угол. Базовый пильный блок 2 включает в себя 6 пильных модулей 7 с их взаимным угловым расположением, обеспечивающим уравновешивание инерционных усилий, действующих на опоры 5 валов 3 и 4, возникающих только от сил натяжения полотен. Эксцентрики 11 (рис. 2) могут переме-

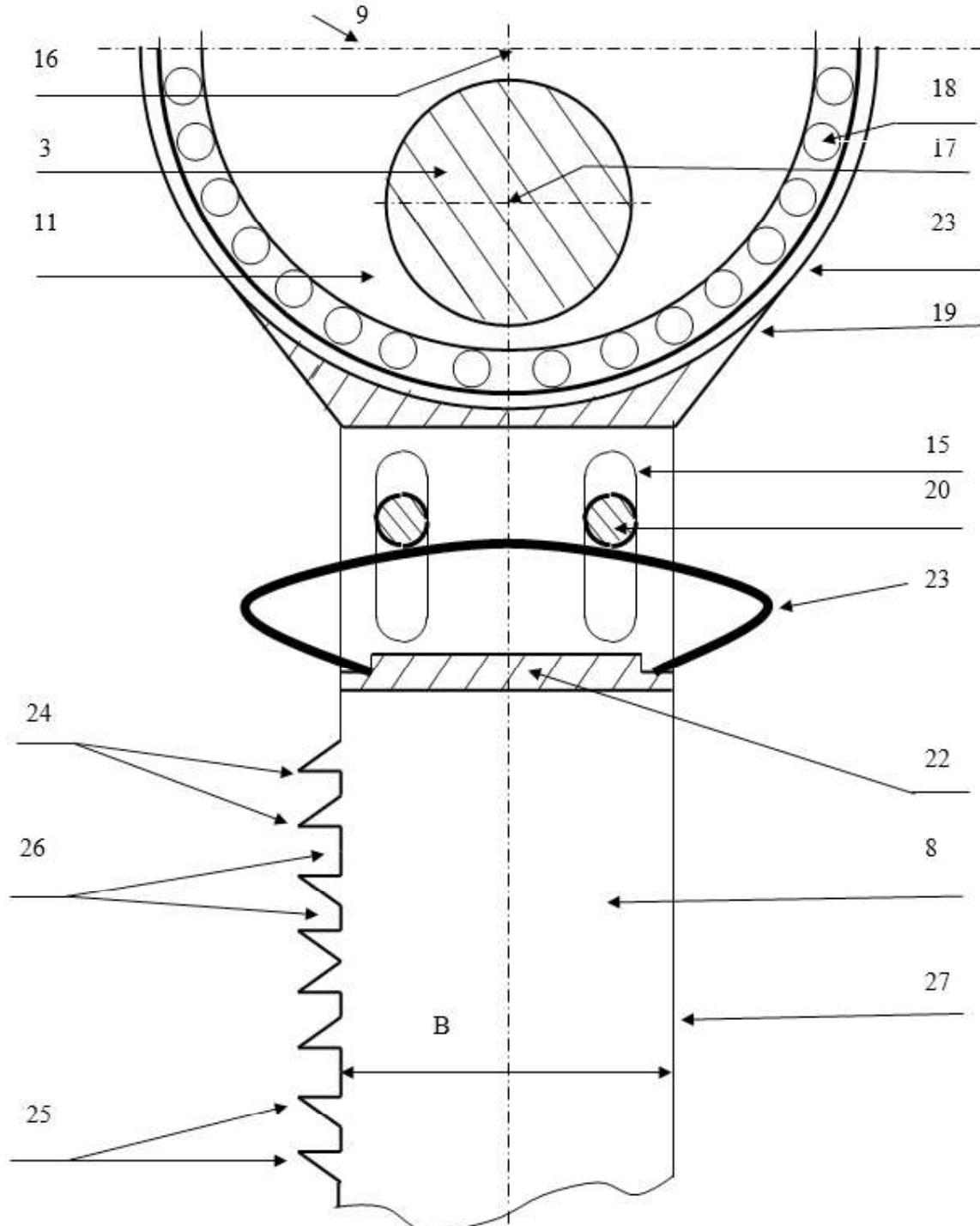


Рис. 2. Элементы конструкции предложенного распиловочного устройства: 3 – верхний (ведомый) приводной вал; 8 – пильное полотно; 9 – шарнирный узел пильного модуля 7 (рис. 1). 10 – средство подвижной фиксации пильного полотна 8 (состоящее из: скобы 22 средства подвижной фиксации пильного полотна, упругого элемента 23 средства подвижной фиксации пильного полотна и штифтов 20, вставленных в парные отверстия скобы 22, закрепляющих пильное полотно); 11 – эксцентрик верхнего (ведомого) приводного вала 3; 16 – ось эксцентрика 11; 17 – ось верхнего (ведомого) приводного вала 3; 18 – подшипник шарнирного узла пильного модуля 7; 19 – хомут; 20 – штифт, вставленный в парное отверстие скобы 22, закрепляющий пильное полотно 8; 21 – продолговатое отверстие на концах пильного полотна 8; 22 – скоба средства подвижной фиксации пильного полотна 8; 23 – упругий элемент средства подвижной фиксации пильного полотна 8; 24 – парные зубья пильного полотна 8, предназначенные для рабочего хода сверху вниз; 25 – парные зубья пильного полотна 8, предназначенные для рабочего хода снизу вверх; 26 – межзубцовые впадины пильного полотна 8; 27 – задняя кромка пильного полотна 8

щаться вдоль оси 17 ведомого (верхнего) приводного вала 3 и зеркального к нему ведущего (нижнего) приводного вала 4 и фиксироваться, обеспечивая пильным модулям 7 строго определенное расположение для выпиливания досок различной толщины.

На приводных валах 3 и 4 размещены пильные модули 7, каждый из которых содержит, по меньшей мере, одно пильное полотно 8 (на фиг. 1 каждый пильный модуль снабжен двумя пильными полотнами 8), закрепленными между двумя шарнирными узлами 9 пильногокрепежными средствами подвижной фиксации 10 пильных полотен 7, соединенными с валами 3 и 4 посредством эксцентрика 11, когда каждый шарнирный узел 9 пильного модуля образует с приводными валами 3 и 4 (см. рис. 2) посредством подшипника 18 подвижное шарнирное соединение, закрепленное в хомуте 19, допускающее вращение вокруг их общей оси, являющейся осью вала 3 (4). Ось 16 шарнирного узла 9 смешена относительно оси вращения 17 вала 3 (4).

Средство подвижной фиксации 10 (см. рис. 1) пильного полотна 8 содержит (см. рис. 2), по крайней мере, один штифт 20, установленный с возможностью перемещения вдоль продольной оси пильного полотна 8 (на рис. 2 показан вариант подвижной фиксации с двумя штифтами 20 в продолговатых отверстиях 15 пильного полотна 8, выполненных на концах пильного полотна 8). Со штифтами 20 взаимодействует закрепленная внутри скобы 22 пружина 23 обеспечивающая заданное усилие натяжения пильного полотна 8 на холостом ходе и при удлинении последнего вследствие нагрева при распиловке.

На рис. 2 показано пильное полотно 8 с зубьями 24 и 25 и межзубцовыми впадинами 26 и задней кромкой 27 в пильном модуле 7, где $B = (0,1 \div 0,05)L_{\text{CB}}$ – ширина полотна, $a L_{\text{CB}}$ – длина полотна без учета закрепленных концов в средстве подвижной фиксации 10.

Натяжение пильных полотен 8 в процессе пиления осуществляются упругими элементами 23 индивидуального натягивания пильного полотна 8 шпилечными пружинами малой массы и малой жесткости, обеспечивающие малое натяжение полотен, не позволяющее полотнам войти в состояния резонанса при частоте вращения приводных валов 3 и 4. При этом напряженное состояние пильного полотна 8 на траектории его движения при распиловке увеличивается, повышая устойчивость пильного полотна 8. Это минимизирует эффект резонансного формоизменения пильного полотна 8, снижая разнотолщинность выпиливаемых досок. Но зависимость возрастания резонансной частоты пильного полотна при увеличении растягивающей силы

становится незначительной, позволяя выполнять условие работы всех пильных полотен в одной частотной зоне без резонанса при близких значениях частот резонансных колебаний пильных полотен.

Угловое смещение на приводных валах 3 и 4 одного пильного модуля 7 (см. рис. 1) относительно другого на 180° и встречное друг к другу их вращение позволяют получать равномерные вращательные поступательно-колебательные движения пильных полотен 8, обеспечивая возможность осуществления рабочего (пильного) хода как при движении пильного полотна как сверху вниз, так и при его движении снизу – вверх, дополнительно обеспечивая исключение потери устойчивости пильных полотен 8 и повышение качества распиловки, так как при любом рабочем ходе растягивающие усилия в пильных полотнах растут.

Ведомый вал 13 (верхний, рис. 3) и ведущий 14 (нижний, рис. 3) и приводные валы вращаются встречно друг другу (рис. 4) с помощью клиноременной зубчатой передачи, охватывающей зубчатые шкивы 25 (см. рис. 2) одинакового диаметра с одинаковым числом зубьев восьмеркой зубчатым клиновым ремнем 29.

Фрагмент вида А

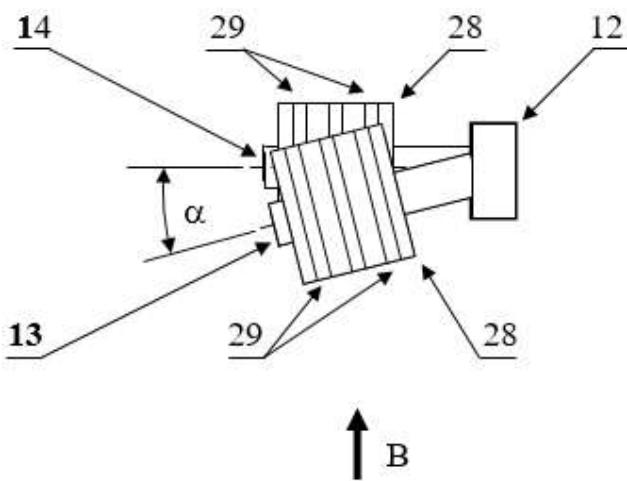


Рис. 3. Элементы конструкции предложенного распиловочного устройства (фрагмент вида А): 12 – шарнир равных угловых скоростей, передающий крутящий момент от шкива клиноременной передачи 28 верхнему (ведомому) приводному валу 3; 13 – хвостовик под шкив 25 (см. рис. 2) клиноременной зубчатой передачи верхнего (ведомого) приводного вала 3; 14 – хвостовик под шкив 28 клиноременной зубчатой передачи нижнего (ведущего) приводного вала 4; 28 – шкив клиноременной зубчатой передачи; 29 – клиновые зубчатые ремни клиноременной зубчатой передачи; α – угол поворота в горизонтальной плоскости хвостовика верхнего (ведомого) приводного вала 3

Фрагмент зубчатой клиноременной передачи

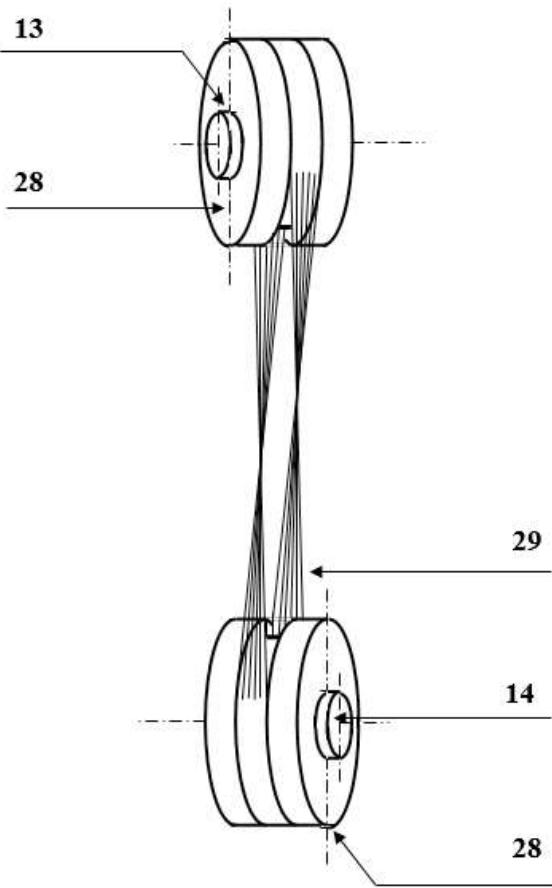


Рис. 4. Фрагмент зубчатой клиноременной передачи предложенного распиловочного устройства (вид А):

13 – хвостовик под шкив 28 клиноременной зубчатой передачи приводного вала 3; 14 – хвостовик под шкив 28 клиноременной зубчатой передачи приводного вала 4; 28 – шкив клиноременной зубчатой передачи; 29 – клиновой зубчатый ремень (условно одноручьевой) клиноременной зубчатой передачи

Синхронизация вращения приводных валов 3 и 4 осуществляется с помощью зубчатых приводных ремней 29 и зубчатых шкивов 25 с одинаковым числом зубьев, обеспечивает возможность осуществления рабочего (пильного) хода как при движении пильного полотна как сверху вниз, так и при его движении снизу – вверх.

Вращательное поступательно-колебательное (по восьмерке) движение пильных полотен 8, обеспечивает поочередность работы резания, когда работает одно полотно, а все остальные находятся в режиме отдыха, что обеспечивает равномерность нагрузки на привод и обеспечивает снижение в 1,5–4,0 раза энергозатрат на распиловку единицы обрабатываемого материала по сравнению с серийными образцами станков для распиловки древесины.

Отклонение от вертикали (наклон) в плоскости пильных полотен 8 при осуществлении

рабочего (пильного) хода облегчает эффективное удаление опилок из реза и исключает заклинивание пильных полотен 8 при движении последних как сверху вниз, так и снизу вверх.

Расположение зубьев 18 и 19 пильных полотен 8 попарно-встречно обеспечивает осуществления рабочего (пильного) хода пильного полотна при движении последнего как сверху вниз, так и снизу вверх, увеличивая производительность распиловки.

Оптимальным для обеспечения динамической устойчивости устройства и наиболее экономичного энергопотребления является установка 6 пильных модулей 7, которые становятся эффективными синхронизаторами вращения приводных валов 3.

При длине пильного полотна 8 в верхней (или нижней) мертвых точках $L_{CB} = 1200$ мм и эксцентриките эксцентриков пильного модуля $e = 60$ мм максимальное расстояние между торцами скобы 22 средства подвижной фиксации 9 пильного полотна 8 клиноременной зубчатой передачи вала 3 относительно оси приводного вала 4 увеличивается на 5,985 мм, что вызовет соответствующую деформацию пружин 6 средства подвижной фиксации и рост натяжения пильного полотна, компенсируя увеличение расстояния между торцами скобы 22, обеспечивая возможность встречного вращения приводных валов 3 и 4, исключая потерю устойчивости пильных полотен 8 при рабочем ходе [5].

Заключение. Известные реальные прототипы коленчатой пилы устойчиво работают при скоростях вращения приводных валов не более 1000 мин^{-1} . При 500 мин^{-1} приводного вала устройство для распиловки выдает 1000 режущих импульса, что в 3,5 раза выше, чем у серийных образцов без потери устойчивости пильных полотен, при снижении энергопотребления в 2–4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации (с поправками от 4.07.2020 г.) // СПС «Гарант».
2. О внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства: Федер. закон от 15 октября 2020 г. // СПС «Гарант».
3. О внесении изменений в ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами в части совершенствования государственного контроля в области безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами: Федер. закон от 30.12.2020 г. № 522-ФЗ // СПС «Гарант».
4. Пильный модуль, пильный блок и устройство для распиловки – патент № 2292259, МПК: B27B3 / Блохин М.А. Заявка № 2005104554/03 от 21.02.2005. Опубликовано 27.01.2007 Бюл. № 3.



5. Распиловочное устройство. Заявка на патент РФ № 2020125280/10(043984) / Орлов П.С., Шкрабак В.С., Морозов В.В., Шкрабак Р.В., Крупка Е.С. от 21.07.2020.

6. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030года. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 марта 2020 года № 993-р // СПС «Гарант».

7. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» // СПС «Гарант».

8. Устройство для распиловки древесины. Авт. св. СССР № 146019, кл. 38а, 7. МПК: B27B 15/04, B27B 15/00. Бартошевич Ю.К. Заявка № 734164 от 09.06.1961. Опубликовано в бюллетене изобретений и открытий № 7 01.01.1962.

9. Устройство для распиловки древесины. Патент РФ № 2060872. МПК: B27B3/00 / Гуzikov B.A., Matyukhin A.B., Strakhov A.B. Заявка № 93027857/15. Приоритет от 19.05.1993. Опубликовано 27.05.1996.

Шкрабак Владимир Степанович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

196601, г. Санкт-Петербург – Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812) 318-11-52.

Орлов Павел Сергеевич, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Электрификация», Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. Россия.

Морозов Вадим Владимирович, канд. физ.-мат. наук, доцент, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. Россия.

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

Тел.: 915-977-48-97.

Шкрабак Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

196601, г. Санкт-Петербург – Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812) 318-11-52.

Крупка Елена Сергеевна, инженер, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. Россия.

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

Тел.: 915-977-48-97.

Ключевые слова: АПК; древесина; замороженные мясопродукты; твердые материалы; распиловка; устройство.

INNOVATIVE SOLUTIONS TO INCREASE PRODUCTIVITY, SAFETY AND RELIABILITY OF AGRICULTURAL PRODUCTS PROCESSING EQUIPMENT

Shkrabak Vladimir Stepanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair “Safety of Technological Processes and Industries, St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Orlov Pavel Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Electrification”, Yaroslavl State Agricultural Academy. Russia.

Morozov Vadim Vladimirovich, Candidate of physical-mathematical Sciences, Associate Professor, Yaroslavl State Agricultural Academy. Russia.

Shkrabak Roman Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Safety of Technological Processes and Industries”, St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Krupka Elena Sergeevna, Engineer, Yaroslavl State Agricultural Academy. Russia.

Keywords: AIC; wood; frozen meat products; hard materials; sawing device.

It is noted that the agro-industrial complex is a stable supplier of food for the population and raw materials for various types of economic activities. In addition, works related to sawing of various solid materials (wood, plastic masses, frozen meat and fish products, bones and others) are characteristic. The equipment used in this case is characterized by metal capacity, insufficient productivity and low reliability, increased injury hazard. In addition, wood sawing equipment is expensive and high-energy. In connection with the present, based on the study and analysis of the situation, the authors proposed an author's solution that allows reducing the shortcomings of existing equipment by half, providing an increase in productivity, reliability and safety in operation. This is facilitated by innovative design solutions, providing, in particular, sawing of materials when the saw block moves not only downwards, but also upwards according to the principle of a crank mechanism. The following material is devoted to the presentation of the design and principle of the proposed innovative solution.

