



Рубцов Ю. В., Рудько С. В., Коннова Г. В.
Y. V. Rubtsov, S. V. Rudko, G. V. Konnova

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ЩЕПУ
РУБИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ В США И РОССИИ**

**TECHNOLOGY OF PROCESSING LOW QUALITY TIMBER FOR PRODUCTION OF
PULPCHIPS USING WOODCHIPPER MACHINES – IN THE USA AND RUSSIA**

Рубцов Юрий Васильевич – соискатель ученой степени кандидата технических наук кафедры «ЭПиАПУ» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: vckgpmo@knastu.ru.

Mr. Yury V. Rubtsov – Applicant for PhD in Engineering, Komsomolsk-on-Amur Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur), Department of Electric Drive and Automation of Industrial Plants. E-mail: vckgpmo@knastu.ru.

Коннова Галина Витальевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «МАХП» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: vckgpmo@knastu.ru.

Ms. Galina V. Konnova – PhD in Engineering, Assistant Professor, Department of Chemical Production Machinery and Equipment, Komsomolsk-on-Amur Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: vckgpmo@knastu.ru.

Рудько Степан Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «ПЭ» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: aureol@inbox.ru.

Mr. Stepan V. Rudko – PhD in Engineering, Assistant Professor, Department of Applied Economics, Komsomolsk-on-Amur Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: aureol@inbox.ru.

Аннотация. Апробированы методы и средства безотходного производственного процесса технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства, усовершенствованы дисковые рубительные машины, получен значительный экономический эффект.

Summary. The methods and facilities for non-waste production of pulp chips for pulp-and-paper industry have been tested and approved; cutter-type chippers have been improved, and a significant economic effect attained.

Ключевые слова: отходы, технология, низкокачественная древесина, технологическая щепка, сколы, отщепы, окорочные барабаны, сортировки, рубительные машины.

Key words: cutting waste, technology, low-quality wood, pulp chips, sliverings, flakes, debarkers, cutter-type chipper, separators.

УДК 621. 891

Леса на территории России размещены неравномерно. Наибольшие запасы леса находятся в Восточной Сибири и северной части Забайкалья. Общий годичный прирост леса составляет около одного миллиарда кубометров, а производство лесной продукции – в десять раз меньше, чем в странах Европейского экономического сообщества, США, Канаде, Финляндии. Главной причиной этого является слабое развитие лесного машиностроения, отсутствие глубокой переработки низкокачественной древесины на плитное, целлюлозно-бумажное производство, использование древесных отходов и целых деревьев на технологическую щепу. За последние годы в России заготовка и переработка древесины сократилась на 65 % и составила 93,7 млн м³.

В этот период в США заготавливают около 400 млн м³ древесины в год, в том числе пиловочника 210 млн м³, балансового сырья более 120 млн м³ в круглом виде и еще 70 млн м³ в виде щепы из отходов лесопиления и деревообработки. В США одним из путей решения проблемы полного использования древесного сырья является измельчение целых деревьев в щепу с использованием ее для производства целлюлозы и других волокнистых полуфабрикатов. Технология переработки организуется следующим образом. Валка деревьев производится моторными пилами или валочно-пакетирующими машинами. При ручной валке на трелевке используют преимущественно чокерные тракторы, при механизированной – тракторы с пачковыми захватами. Передвижные установки барабанного типа Morbark Chiparvester со стрелой-манипулятором для переработки в щепу целых деревьев применяются в лесосеках, недоступных для освоения обычными методами трелевки. Щепу перевозят в закрытых щеповозах с длиной фургона 9...15 м. Толстомерная комлевая часть дерева разделяется на пиловочник и складывается в штабеля с перевозкой лесовозами. Основные преимущества заготовки щепы из целых деревьев следующие: увеличение объема заготовок древесины, возможность заготовки любого тонкомера, оставление вырубленной лесосеки в лучшем состоянии, подготовка почвы для лесохозяйственных работ, затраты на лесовозобновительные работы сокращаются на 30 %, снижается стоимость лесозаготовок и лесовозобновительных работ и механизмуется производственный процесс.

Основным фактором, сдерживающим использование щепы из целых деревьев, является ее низкое качество: повышенное содержание коры, тонких веточек, песка и других загрязнений. Это снижает качество вырабатываемой продукции и вызывает затруднения в целлюлозном производстве. Сортировки не очень пригодны для сортирования щепы из целых деревьев, содержащих гниль и кору. Они забивают отверстия сортировок и уменьшают их производительность. Нежелательными примесями в щепе из целых деревьев являются листья, хвоя, а также длинные тонкие веточки. Последние образуют сколы и отщепы, это приводит к зависанию щепы в бункерах, к движению щепы в пневмотранспортных системах и питателях варочных установок. При кучевом хранении щепы с листьями, корой и минеральными загрязнениями способствует интенсивному разогреву. При варке состав древесины ствольной части и веточек по структуре волокна и химическому составу существенно отличается. Длина волокна уменьшается, повышается содержание золы и экстрактивных веществ, наблюдается зависание щепы в бункерах и на выходе из питателя варочных котлов. После проведения испытаний был сделан вывод о том, что количество щепы из целых деревьев в общем объеме балансовой древесины должен составлять не более 30 % [1].

В России переработка низкокачественной древесины на щепу проводилась на целлюлозно-бумажном комбинате г. Красноярск Сибирского Федерального округа. Щепу выработали из балансов низкокачественной древесины. Исходным сырьем являлись дрова хвойных пород длиной 4...6,5 м – 49 %, сплавные обломки – 11 %, отходы от раскряжевки хлыстов – 10 %, прошедшие разделку и окорку в барабанах и станках. Сырье распределялось на три самостоятельных потока: прямой поток, поток на базе окорочных барабанов и поток окорочного станка. Работа потоков независимая, но и не исключала заменяемость, так как подача сырья на все технологические потоки осуществлялась одним главным транспортером.

Технологические процессы по потокам осуществляются следующим образом. Вся низкокачественная древесина с главного транспортера автоматическими сбрасывателями подается на поперечный четырехцепной транспортер с механизмом поштучной выдачи. Поперечный транспортер обеспечивает межоперационный запас и поштучную выдачу бревен на продольный главный транспортер, с помощью которого производится распределение по потокам. На поперечный транспортер поступает также сырье, подвозимое пучковозом, который укладывает пачки бревен в механизм поштучной выдачи. Управление всеми механизмами для приема и распределения по технологическим потокам осуществляет оператор.

На прямом потоке бревна, не имеющие коры и гнили, подаются на главный транспортер. В потоке имеется автоматический раскряжевочный агрегат с диаметром пильного диска 1500 мм для распиловки кривых бревен на более короткие длины.

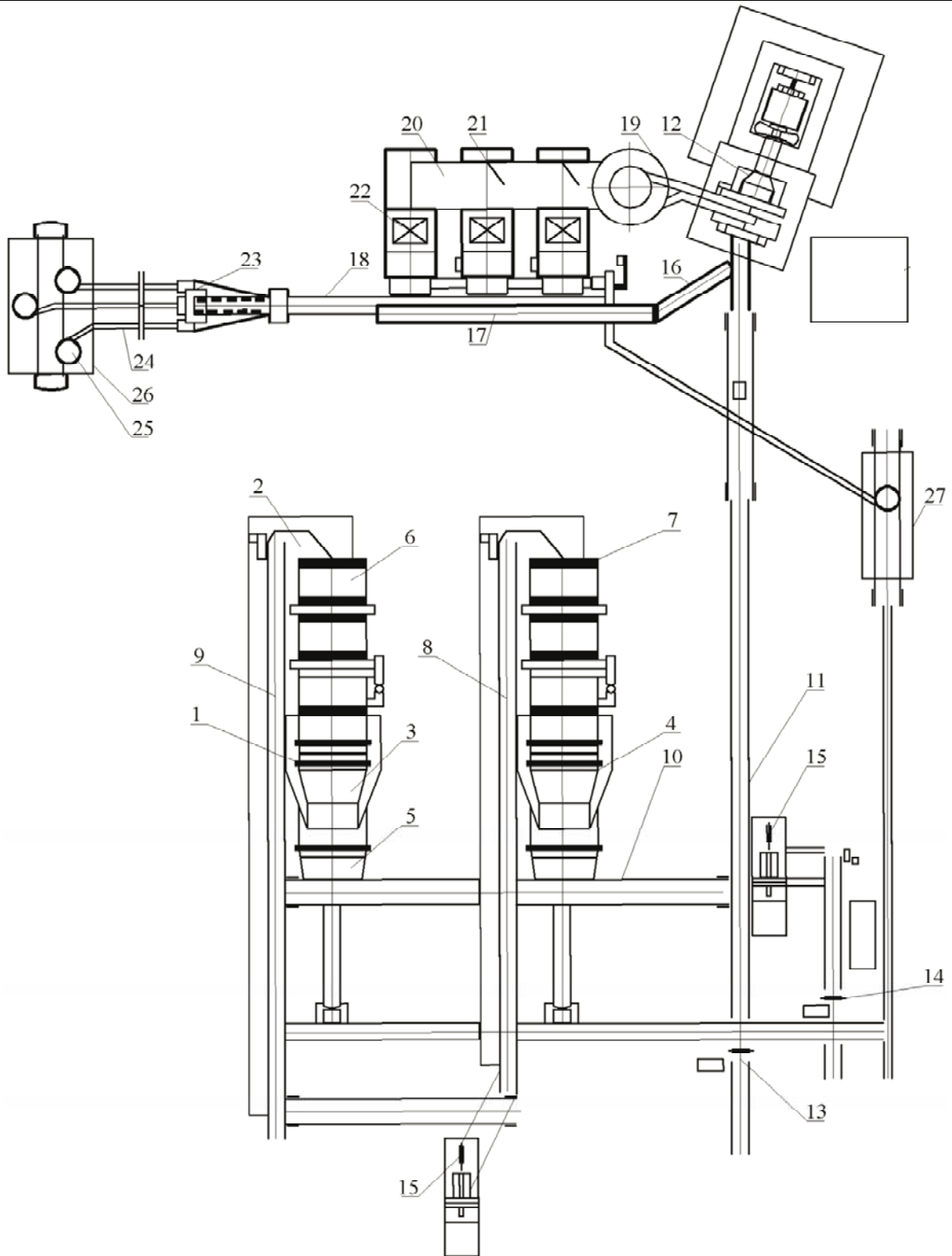


Рис. 1. Технология переработки низкокачественной древесины в щепу рубительной машиной

Технологический процесс на базе окорочных барабанов основан на принципе действия гравитационных сил. При вращении барабана 1 (рис. 1) поленья медленно перемещаются к разгрузочному окну 2. Окоренные поленья из барабана через выгрузочное окно 3, сечение которого регулируется подвижным шибером, сыплются по наклонной площадке 4 на

ленточный транспортер, а затем через площадку поступают на конвейер 5. Плохо окоренные поленья после выхода из барабанов 6 и 7 сбрасываются на транспортеры 8 и 9 для возврата их на повторную обработку в окорочный барабан. Окоренные поленья поступают на транспортер 10 и далее на главный цепной транспортер 11. После подачи поленьев на главный транспортер и резания поленьев в рубительной машине 12 на сортировках производится отсев измельченной гнили и коры, и мелкой фракции щепы. Помощник оператора следит за загрузкой окорочных барабанов, качеством окорки и выгрузкой колотых балансов.

Технологический процесс на базе окорочного станка. Неокоренные бревна диаметром до 40 см и кривизной до 3 % с необрубленными заподлицо сучьями сбрасывателем бревен подаются на поперечный транспортер, с которого направляются в окорочный станок. После окорки стволы с гнилью направляются по транспортеру к циркулярной автоматической пиле для разделки на чураки, а сплавные обломки подаются на прямой главный конвейер 11 в рубительную машину. На циркулярной пиле 13, 14 производится распиловка на чураки длиной 1,2 м, затем чураки транспортером подаются на линию, на которой производится раскалывание чураков 15 и выколка гнили. Колотый баланс по лотку поступает на главный транспортер 11 технологического процесса с прямой подачей в рубительную машину. Управление механизмами окорочного станка производится с пульта оператора, а управление автоматической пилой и раскалыванием чураков производится с линий разделки бревен.

Технология производства щепы включает: рубительную машину 12 по переработке низкокачественной древесины, ленточный конвейер сортировки щепы, ленточный конвейер кондиционной щепы, скребковый транспортер 16 для крупной щепы, скребковый транспортер 17 для подачи крупной фракции на доизмельчение, ленточный конвейер 18 кондиционной щепы. Щепа от рубительной машины 12 по щепопроводу через циклон-гаситель 19 поступает на распределительный ленточный конвейер 20. Распределение щепы по сортировкам осуществляется с помощью плужковых сбрасывателей 21, устанавливаемых над ленточным конвейером и равномерно распределяющих щепу на три сортировки 22. При необходимости распределение щепы по сортировкам можно изменить путем передвижения плужковых сбрасывателей, что позволит производить профилактический и мелкий ремонт сортировок поочередно.

Кондиционная щепа поступает на ленточный конвейер 18, который подает ее на транспортные средства склада готовой продукции. Крупная щепа скребковыми транспортерами подается в патрон рубительной машины для повторного измельчения. Отсев щепы скребковыми транспортерами направляется в пневмотранспортную систему для перемещения в бункер. Управление механизмами производства щепы осуществляется с пульта управления рубительной машины в операторском помещении. Обслуживают участок три человека: оператор рубительной машины, помощник оператора по подаче сырья в рубительную машину, оператор по сортировкам щепы на фракции. Оператору на пульт управления вынесено управление транспортными средствами для подачи щепы в бункер и транспортировкой отходов.

Начало работы механизмов осуществляется от конечной фазы производства щепы: вентилятор подачи кондиционной щепы, шлюзовые затворы, ленточный конвейер, скребковый транспортер, заблокированный с рубительной машиной, скребковый транспортер, сортировки щепы, ленточный конвейер, рубительная машина, ленточный конвейер подачи баланса в рубительную машину. Остановка механизмов по выработке щепы осуществляется в обратной последовательности.

Технологический процесс готовой продукции состоит в следующем: кондиционная щепа распределяется на три шлюзовых затвора 23. Шлюзовые затворы производят равномерную загрузку щепопроводов 24, по которым с помощью мощных вентиляторов щепа через циклон 25 поступает в бункер 26 готовой продукции. Бункер оборудован вибраторами и ленточными питателями для выгрузки щепы из бункера. Щеповозами вместимостью 20 м³ поставляют готовую продукцию на местный целлюлозно-бумажный комбинат. Отходы от

всех станков и оборудования системой ленточных и скребковых транспортеров собираются в специальную бункерную галерею 27, где имеются емкости для мелкой фракции. Толстая стружка, снимаемая при окорке окорочными станками, измельченная кора и гниль из-под корообдирочных барабанов выносятся ленточным конвейером и перемещается в бункер. Управление комплексом осуществляется старшим оператором из помещения.

На рис. 2 показана принципиальная схема щепообразования механизма резания рубительной машины. Рубительная машина содержит основание, привод (на рисунке не показаны), ножевой диск 1, несущий на себе ножи 2 и транспортные лопатки 3. В области ножей в диске 1 выполнены подножевые отверстия 4. Диск размещен внутри кожуха 5, имеющего загрузочное устройство (патрон) 6 и щепоотводящий патрубок 7. Задняя стенка 8 кожуха 5 отстоит от задней поверхности 9 ножевого диска на расстоянии, достаточном для размещения криволинейной пластины 10. Пластина установлена на задней поверхности ножевого диска в зоне подножевого отверстия. Накладная пластина 10 образует с задней поверхностью ножевого диска угол α , обеспечивающий отражение щепы 11 после взаимодействия (движение щепы показано стрелкой) с пластиной в зоне 12 захвата щепы лопаткой 3.

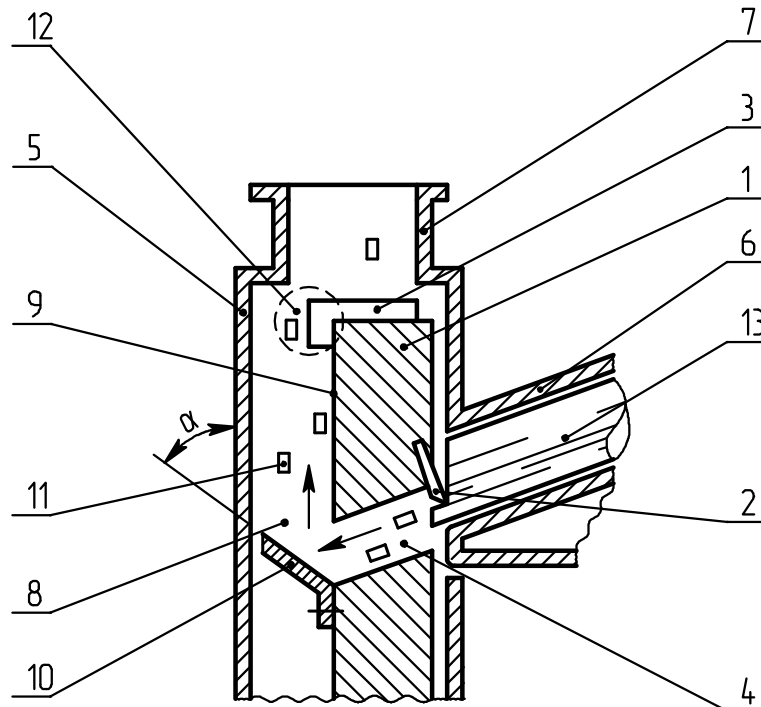


Рис. 2 Принципиальная схема щепообразования механизма резания дисковой рубительной машины

Рубительная машина работает следующим образом. Древесина 13 закладывается в загрузочное устройство 6, включается вращение ножевого диска 1. Ножи 2 срезают толстую стружку, из которой при сдвиге передней гранью режущего ножа образуется одиночный тонкий элемент, называемый технологической щепой. Щепка 11 пролетает через ножевое отверстие 4, взаимодействует с накладной пластиной 10, отражается в зону 12 захвата ее лопаткой 3 и выбрасывается в щепоотводящий патрубок 7.

Формой контактной поверхности накладной пластины 10 можно снизить степень повреждения щепы и более точно организовать ориентирование потока щепы из подножевой щели в зону захвата ее лопаткой. Поверхность накладной пластины, взаимодействующая со щепой, должна преобразовать энергию удара щепы о пластину в движение скольжения щепы в сторону зоны 12 захвата щепы лопаткой. Такое преобразование возможно при выполнении пластины параболической формы. Предложенные авторами решения позволили получить технический результат. При взаимодействии древесины с пластиной в подножевой щели

возникает краевой эффект, который выражается в образовании сколов и отщепов. Сами сколы и отщепы способствуют повышению сил трения на боковых участках подножевой щели, что приводит к интенсивному износу диска и возможным его разрывам. Подножевая щель превышает длину режущего ножа, в силу чего боковые грани режущего ножа скалывают и отщипывают ту часть перерабатываемого бревна, которая не опирается жестко на контрнож. Имеется акт внедрения устройства с ограничителем, устраняющего конструктивные недостатки существующих рубительных машин. Острые кромки выступа ограничителя подрезают стружку, что снижает вероятность образования сколов и отщепов. Безотходный процесс резания древесины характеризуется замкнутостью силового пространственного многоугольника, образуемого боковой кромкой режущего ножа и контрножа.

На рис. 3, а показано стружкообразующее устройство; на рис. 3, б – устройство ограничителя в сборе с режущим ножом; на рис. 3, в, г – работа устройства с ограничителем.

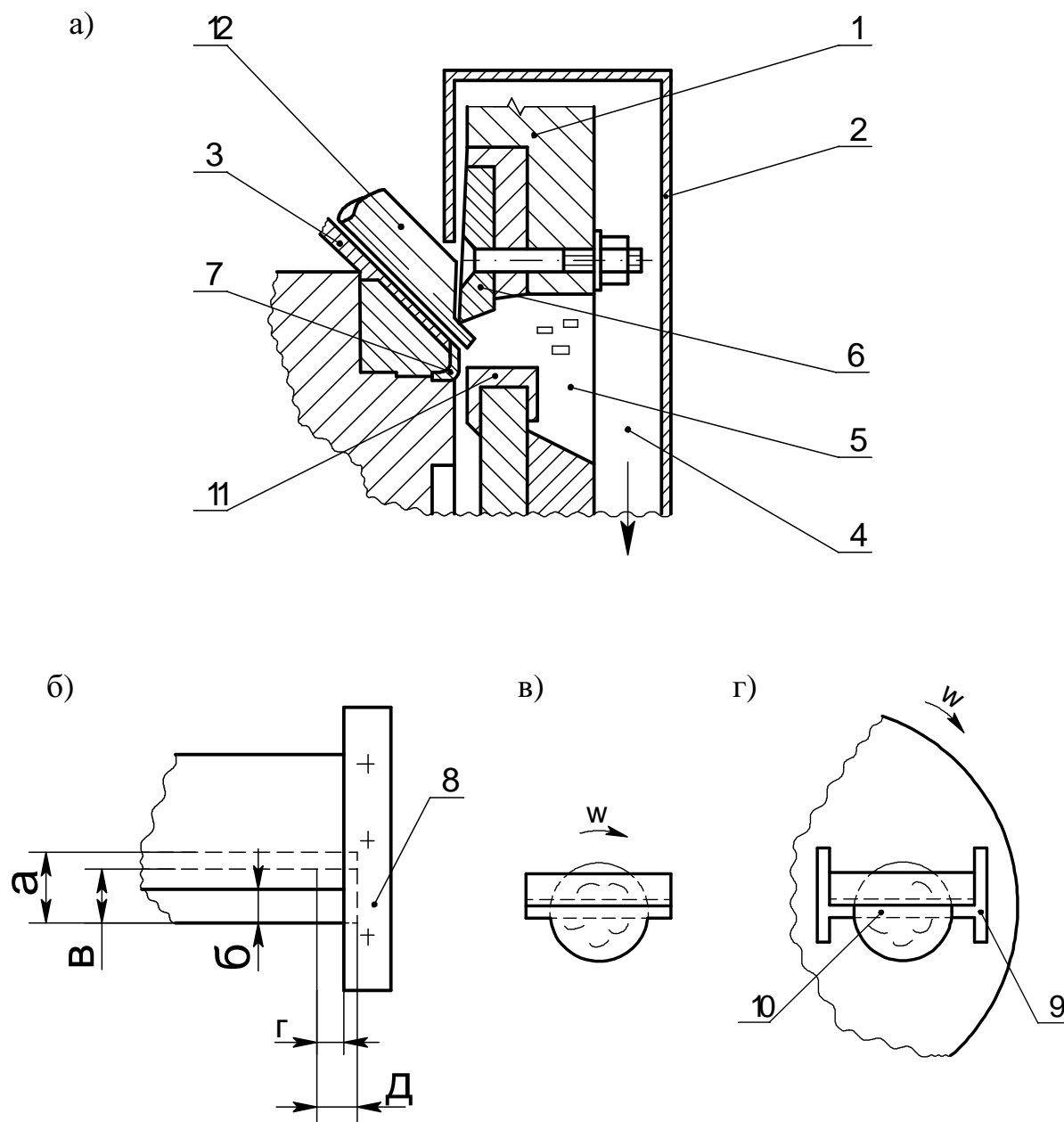


Рис. 3. Стружкообразующее устройство:
 а – общий вид; б – устройство ограничителя в сборе с режущим ножом;
 в, г – работа устройства с ограничителем



На приводном валу (см. рис. 3, *a*) установлен ножевой диск 1, закрытый кожухом 2 с загрузочным устройством 3 и щепопроводом 4. Ножевой диск содержит подножевую щель 5, режущие ножи 6 и контрножи 7. Режущие ножи 6 представляют собой пластину с лезвием, образованным опорной поверхностью и задней гранью. С боков режущего ножа вплотную к его торцам на ножевом диске 1 установлены ограничители 8 (см. рис. 3, *b*). Ограничитель представляет собой пластину с выступом 9 (рис. 3, *z*), закрывающим частично подножевое отверстие 5 (см. рис. 3, *a*) со стороны, обращенной к лезвию режущего ножа 6: *a* – ширина отверстия (см. рис. 3, *b*), *b* – открытая часть ширины и длина отверстия 10, *в* – расстояние от торца выступа до торцевого края подножевой щели. Выступ 9 имеет скос оппозитно задней грани режущего ножа 6. В теле выступа 9 со стороны, противоположной скосу, выполнен посадочный паз, охватывающий установ, обеспечивающий возможность закрепления ограничителей 11 на ножевом диске 1. При загрузке древесины 12 в переработку в загрузочное устройство 3 и включенном электродвигателе ножевой диск 1 совершает вращательное движение вокруг своей оси; заготовка упирается в него под действием составляющей силы резания ножа и веса бревна. Выступы 9 ограничителей 8 обеспечивают фиксацию заготовки древесины в процессе резания ножом 6, тем самым снижают возможность образования сколов и отщепов. В данном техническом устройстве износ подножевого диска стружкой полностью устранен. Достижимый эффект связан с установкой ограничителей, которые позволяют устранить конструктивный недостаток рубительных машин. Критерием оценки качества щепы является стандартный выход фракций, а качество срезов – размерность щепы. Экономический эффект составил около 20 млн р. в год, что подтверждается актом внедрения [3].

Вывод:

- в США одним из путей решения проблемы более полного использования древесного сырья считают измельчение целых деревьев в щепу и использование ее для производства целлюлозы и других волокнистых полуфабрикатов по причине недостатка лесных ресурсов;
- в России решают проблему переработки низкокачественной древесины в щепу путем применения дисковых рубительных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Американская техника и промышленность. Сборник рекламных материалов. Вып. 5. Лесная и целлюлозно-бумажная промышленность, 1977 г. США и СССР.
2. Пат. 2179922 Российская Федерация МПК⁷ В 27L 11/00. Рубительная машина для изготовления технологической щепы / Мокрицкий Б. Я., Рубцов Ю. В., Соловьев В. А.; опубл. 2002, Бюл. № 6.
3. Пат. 2172671 Российская Федерация МПК⁷ В 27L 11/00. Станок стружкообразующий / Мокрицкий Б. Я., Рубцов Ю. В., Соловьев В. А.; опубл. 2001; Бюл. № 24.