

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.221: 674.023

Очистка пневого осмолы импульсными гидравлическими струями

И.А. Полянин¹, И.С. Марышев¹, Е.В. Егосин¹

¹Марийский государственный технический университет, пл. Ленина 3, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия. E-mail: polyinin_iya@mail.ru

Статья поступила 26.12.2011, принята 13.05.2012

В статье рассмотрены вопросы отделения с пневой древесины грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы с последующим использованием ее в производстве. Рассмотрены существующие способы очистки древесины. Обоснован выбор очистки пневой древесины импульсными гидравлическими струями. Разработана и изготовлена экспериментальная установка для проведения экспериментальных исследований по изучению характеристик импульсных струй жидкости и основных режимов работы установки, используемых для очистки пневого осмолы. Приведены результаты экспериментальных исследований. Определены основные режимы работы установки гидроимпульсной очистки по отделению с пневой и некондиционной древесины грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы. Определены в общем виде регрессионные уравнения влияния независимых начальных параметров импульсных гидравлических струй на ширину обработанной поверхности пневой древесины при удалении грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы.

Ключевые слова: пневый осмол, очистка, импульс, гидравлическая струя.

Resinous stumpwood cleaning by impulse hydraulic jet

I.A. Polyinin¹, I.S. Marishev¹, E.V. Egoshin¹

¹Mari State Technical University, 3 Lenina sq., Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, Russia. E-mail: polyinin_iya@mail.ru

The article received 26.12.2011, accepted 13.05.2012

The article considers some issues of soil, bark, decay and fine rootage separation off stumpwood and their manufacturing after-use. The existing cleaning methods have been discussed. The choice of resinous stumpwood cleaning by impulse hydraulic jets has been substantiated. The experimental unit to carry out the experimental researches for studying the characteristics of impulse fluid jets and basic operation modes used for stumpwood cleaning has been designed and produced. The experimental research results have been given. The basic operation modes of the unit to separate soil, bark, decay and fine rootage off stumpwood and non-standard timber have been determined. The regression equations of independent initial parameters effects of impulse hydraulic jets on the width of the treated stumpwood surface upon soil, bark, decay and fine rootage separation have been determined.

Keywords: stump wood, cleaning, pulse, hydraulic jet.

Перед лесопромышленными предприятиями России в новых экономических условиях поставлены задачи обеспечения рационального использования лесосырьевых ресурсов, снижения себестоимости продукции путем улучшения структуры производства и внедрения новых прогрессивных технологий.

Одним из направлений полного использования доступной биомассы дерева является широкое использование пневой и некондиционной древесины, остающейся на лесосеках. Поэтому скорейшего решения требуют вопросы, связанные с организацией, техникой и технологией заготовки пневой и некондиционной древесины, используемой для получения экстракционной канифоли, скипидара и других химических компонентов. Основной целью заготовки пневой древесины является обеспечение сырьем действующих в нашей стране канифольно-экстракционных заводов.

После корчевки пневая древесина содержит боль-

шое количество грунта (около 40-50 % от общего веса), вросшие в корневую систему крупные твердые фракции, а также гниль, кору и мелкую корневую систему, практически не содержащие смолистых веществ [1, 6]. Кроме того, в общем объеме трудозатрат на заготовку пневого осмолы исключительно велик удельный вес разделки и очистки осмолы, колеблющийся при взрывной заготовке от 34 до 40 %, а при механизированной – до 51 % от общего объема трудозатрат [2, 3, 6]. Таким образом, если не будет решен вопрос механизации разделки и очистки пневой древесины, то вся эффективность ее использования в производстве резко снижается.

Лесопромышленные предприятия располагают различными механическими, химическими и другими способами очистки круглых лесоматериалов. Однако специфические особенности и строение пневой и некондиционной древесины исключают возможности ис-

пользования этих способов для ее очистки. За последнее время в зарубежной практике лесопромышленных производств широкое применение нашла гидравлическая окорка и очистка лесоматериалов. Известные зарубежные гидроокорочные машины предусматривают использование стационарных гидравлических струй. Сущность такой гидравлической обработки заключается в воздействии на лесоматериалы гидравлической струи, подаваемой под высоким давлением на поверхность, подлежащую обработке. Гидравлическая высоконапорная струя, воздействуя на кору или гниль, разрушает и вымывает их. Обладая сравнительно высокой производительностью, эти гидравлические окорочные машины требуют огромных расходов воды, они энергоемки и малоэкономичны [4, 5].

Свойством увеличения динамического воздействия на поверхность лесоматериалов и повышения эффективности их очистки обладают импульсные гидравлические струи. Использование импульсных гидравлических струй для первичной обработки круглых лесоматериалов было успешно применено в Марийском политехническом институте им. А.М. Горького Ю.Я. Дмитриевым, Г.Ф. Кислицыной и А.Н. Григорьевым [4, 5]. Применение импульсных гидравлических струй позволило значительно снизить энергоемкость окорочных машин и потребности в воде на обработку лесоматериалов и существенно повысить качество очистки.

Основным видом сырья для канифольно-экстракционного производства является спелый пнево́й осмол, представляющий собой ядровую древесину пней и корней хвойных пород. В промышленности в основном используют спелый пнево́й осмол сосны и частично кедра. Спелым считается осмол, образовавшийся в процессе отгнивания заболони и малосмолистой древесины корней за период более 10 лет оставления пня после рубки насаждений. Технические требования к сырью, поставляемому на канифольно-экстракционные заводы (КЭЗ), регламентируются ОСТ 13-131-82 «Осмол пнево́й сосновый».

В соответствии с ОСТ 13-131-82, осмол пнево́й должен быть очищен от остатков почвы, гнили, заболонной древесины и обугленных частей. По своим размерам отдельные куски его не должны превышать по длине 60 см, а в поперечном сечении – 40x40 см., т. е. нижний предел размеров кусков пнево́го осмо́ла не регламентируется. В увязке с рентабельностью производства канифо́ли на канифольно-экстракционных заводах (КЭЗ), содержание ее в 1 т осмо́ла при влажности 20 % должно быть не менее 130 кг (13 %).

Для очистки и предварительной разделки целых пней, а также неразделенного пнево́го осмо́ла, и механизированной заготовки в КирНИИЛП создана стационарная линия, состоящая из двух установок: для очистки целых пней ЛО-106 на базе корообдирочного барабана КБ-20 и для предварительного измельчения целых пней ЛО-109. Линия смонтирована и испытана в Кайском леспромхозе Кировской области на переработке неразделенного пнево́го осмо́ла механизированной заготовки.

В состав линии входит следующее оборудование

(рис. 1): погрузочно-транспортная машина ЛТ-175, двухцепной загрузочный конвейер, барабан корообдирочный КБ-20 со специальным загрузочным устройством, конвейер ленточный для уборки отходов из-под барабана, конвейер цепной выгрузочный, установка для измельчения целых пней ДО-109, конвейер цепной скребковый для выноса кусков пней из-под машины ЛО-109, конвейер общей сборки отходов.

Линия работает следующим образом. Целые пни (свежие, спелый осмол, торфяные), заготовленные путем корчевания, подвозятся погрузочно-транспортной машиной на площадку к загрузочному конвейеру. С помощью грейферного захвата [6] или бульдозерного отвала пни сталкиваются в приемный бункер загрузочного устройства и конвейером подаются в корообдирочный барабан. При вращении барабана пни ударяются о стенки, на которых размещены ножи, друг о друга и очищаются от песка, коры и гнили. Мелкие корешки обламываются. Отходы проваливаются в отверстия в барабане и удаляются ленточным транспортером. Очищенные пни выгружаются из барабана автоматически, падают на выгрузочный конвейер и подаются в приемный бункер установки ЛО-109. На установке пни измельчаются на древесные частицы. Производительность по сырью 15 тыс. пл. м³ в год, максимальный диаметр измельчаемого пня 1,1 м, мощность установки 221 кВт, масса установки 100 т.

Касаясь зарубежной практики очистки осмо́ла, отметим, что в США, например, где наиболее развито производство экстракционной канифо́ли, эта технологическая операция перенесена на биржи и выполняется не в лесу, а на канифольно-экстракционных заводах. Для очистки и промывки осмо́ла используются мощные очистительно-моющие машины, подобные применяемым на целлюлозно-бумажных предприятиях для окорки балансов.

Рассмотренные способы очистки пнево́го осмо́ла и их анализ позволили сделать следующие выводы:

- применяемая в настоящее время ручная очистка осмо́ла на месте его заготовки малопроизводительна и трудоемка, что значительно повышает себестоимость осмо́ла;
- испытанные способы очистки целых корневых систем от грунта (ударный, пневматический и вибрационные) не обеспечивают качественную очистку пнево́го осмо́ла;
- использование гидравлического способа очистки пнево́го осмо́ла стационарными струями предполагает большую энергоемкость и значительный расход воды;
- установка по очистке пнево́го осмо́ла барабанного типа не обеспечивает полной очистки от грунта, гнили и мелкой корневой системы, не выполняет эффективную очистку свежего пнево́го осмо́ла от коры; она энергоемка и металлоемка.

В связи с этим возникает необходимость в разработке новой установки по эффективной очистке пнево́го осмо́ла от грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы, которая обеспечивала бы технические требования к сырью, поставляемому на канифольно-экстракционные заводы.

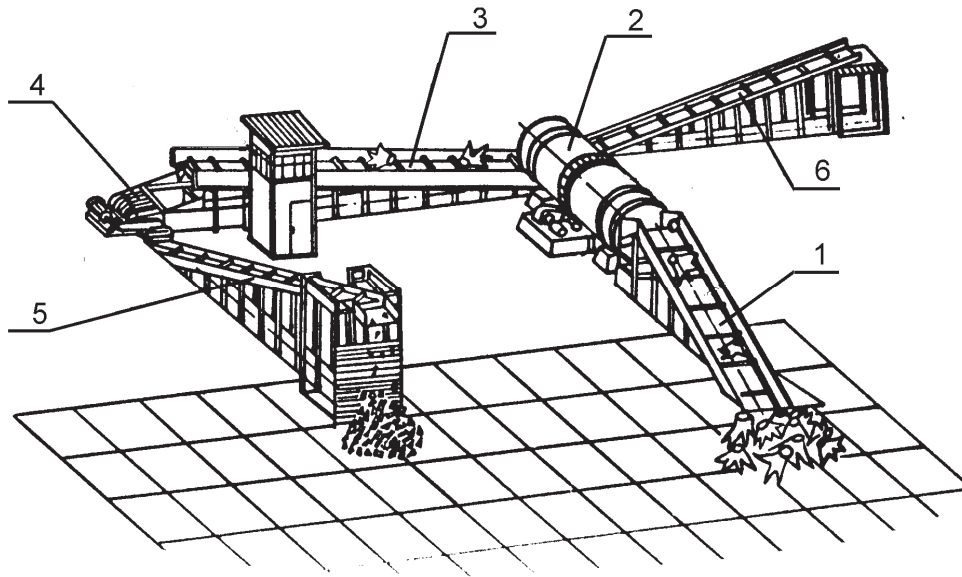


Рис. 1. Линия вибрационно-ударной очистки и разделки пневого осмола: 1 – загрузочный транспортер; 2 – установка для очистки целых пней ЛО-106 с загрузочным устройством; 3 – выгрузочный транспортер; 4 – установка для измельчения пней ЛО-109; 5 – транспортер выноса кусков пней; 6 – транспортер общей уборки отходов.

Для проведения экспериментальных исследований по изучению характеристик импульсных струй жидкости, используемых для очистки пневого осмола, в лаборатории Марийского государственного технического университета разработана и изготовлена экспериментальная установка.

Принципиальная схема экспериментальной установки представлена на рис. 2. В качестве источника

высокого давления использовался насос типа ГВ-351А (7). Для питания установки водой введен питательный бак (8), вода из которого подается в насос через всасывающий патрубок (9), а затем через напорный патрубок (10) к гидроимпульсатору (11). Для смазки рабочих органов насоса с целью предохранения их от коррозии в установку введен дополнительный масляный бачок 10.

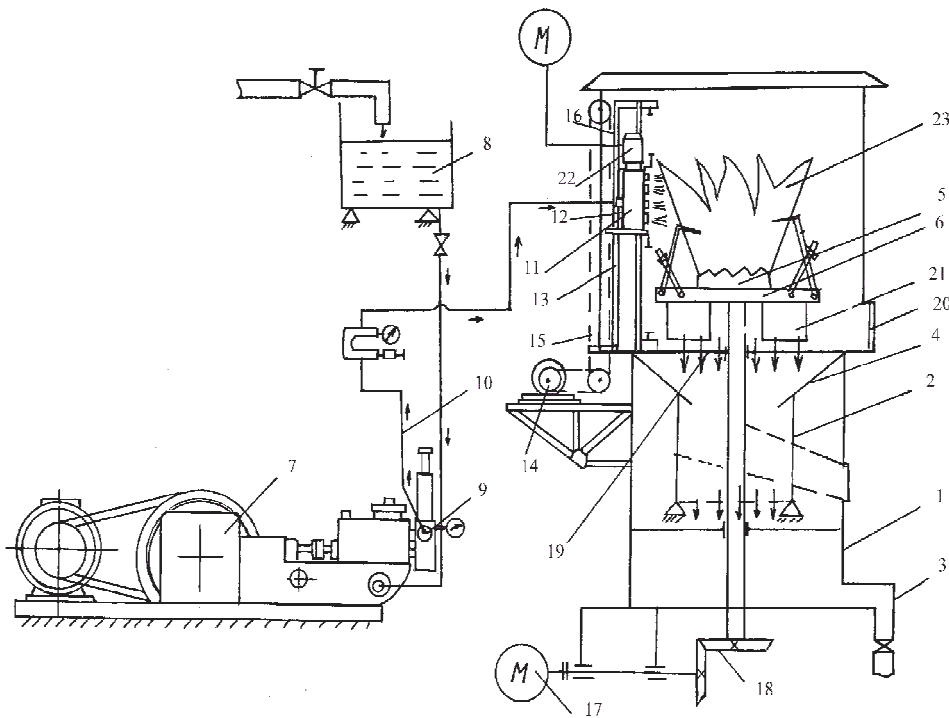


Рис. 2. Схема экспериментальной установки.

Для очистки пневой древесины сконструирован и изготовлен металлический окорочный агрегат. Агрегат состоит из бака (1), в котором на уголках крепится фильтрационный бак (2) с сеточным дном. В баке (1) расположено сливное отверстие (3) для спуска очищенной воды в бассейн. В верхней части бака (1) имеются сливные наклонные крышки (4) и устройство для крепления пня. Крепящее устройство смонтировано на консоли, которая состоит из уголков, приваренных к кромкам бака. К валу консоли на сварке крепится крестовина (5), к которой на сварке крепится платформа (6) для установки пня. На концах крестовины шарнирно смонтированы три зажима (24) с гребенками для обхвата и крепления установочного пня (21). Крепление зажимов осуществляется болтовыми стяжками. Такая конструкция крепящего устройства предусматривает возможность вращения пня вокруг его вертикальной оси.

Устройство для создания импульсных струй крепится с помощью болтового соединения к горизонтальной (12) и вертикальной (13) платформам. Те, в свою очередь, крепятся к вертикальной стойке (16). Такая конструкция создает возможность перемещения гидроимпульсатора в вертикальной плоскости вдоль продольной оси пня. Гидроимпульсатор также имеет свободное перемещение в горизонтальной плоскости, вследствие чего можно менять расстояние от среза насадки гидроимпульсатора до пня и угол атаки импульсной гидравлической струи на боковую поверхность пня.

Бак (1) покрывается кожухом (25) и крышкой (26), изготовленными из тонкого оцинкованного железа, с боковыми окнами из оргстекла, предохраняющими от водяных брызг и частиц пневой древесины, а также позволяющими визуальное наблюдение за процессами, протекающими при очистке пневой древесины. С помощью электропривода возвратно-поступательного движения (15), работающего от электродвигателя (14), осуществляется перемещение гидроимпульсатора в вертикальной плоскости.

Установка работает следующим образом. Насос высокого давления (7) из бака (8) подает рабочую жидкость через напорный патрубок (10) к гидроимпульсатору (11). Гидроимпульсатор, создавая импульсную струю жидкости, подает ее на поверхность пня. С помощью горизонтальной платформы (13) происходит перемещение гидроимпульсатора (11) по вертикальной стойке (16) с помощью привода (14) и цепной передачи (15), при этом обеспечивается эффективная очистка пневого осмола от грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы. Одновременно с вертикальным перемещением гидроимпульсатора происходит вращение пня на платформе (6) с помощью привода (17) и редуктора (18).

Удаленные с поверхности пня грунт, кора, гниль и мелкие корни с помощью импульсной гидравлической струи вместе с жидкостью попадают на сито (19). Мелкая фракция балласта проходит через сито (19) и по наклонным крышкам (4) попадает на фильтрующую сетку, где происходит очистка воды.

Экспериментальные исследования по удалению грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы с пне-

вой древесины проводились на натуральных образцах спелого и свежего пневого осмола. В качестве варьируемых факторов выбраны расстояние от среза насадки до обрабатываемой поверхности $l = 0,08 \div 0,4$ м; диаметр насадки d_0 , величина давления перед насадкой $p_n = 2,28 \div 5,77$ МПа, частота следования импульсов $f = 16 \div 32$ Гц. Опыты проведены при постоянной скорости подачи рабочего органа $v_n = 0,1$ м/с.

В результате экспериментальных исследований были определены в общем виде регрессионные уравнения влияния независимых начальных параметров импульсных гидравлических струй на ширину обработанной поверхности пневой древесины при удалении грунта, коры, гнили и мелкой корневой системы.

С учетом найденных коэффициентов регрессионные уравнения взаимного влияния независимых параметров на ширину обрабатываемой поверхности примут вид:

$$B_{\text{грунта}} = (0,0097 + 2,0093l^{0,5326})0,6366p_n^{0,1184} \times (0,1421 - 0,0091f^{0,2545}) \quad (1)$$

$$B_{\text{коры}} = (-4,7573l^2 + 2,3058l + 0,2212)0,0972p_n^{0,5435} \times (0,1812 - 0,0049f^{0,2761}) \quad (2)$$

$$B_{\text{гнили}} = (0,0223 + 1,5464l^{0,8962})0,1872p_n^{0,6596} \times (0,1632 - 0,0059f^{0,3524}) \quad (3)$$

$$D_{\text{корней}} = (0,0912 + 0,0938l^{0,5883}) \times (0,2671 - 0,3962c^{0,7343}) \quad (4)$$

Сравнение результатов экспериментальных исследований с численными значениями величин, вычисленных по полученным выше зависимостям, показало, что средние относительные погрешности не превышали значений:

- а) удаление грунта – 0,70 %;
- б) удаление коры – 1,73 %;
- в) удаление гнили – 3,05 %;
- г) удаление мелкой корневой системы – 3,26 %.

Таким образом, полученные функциональные зависимости могут быть использованы для инженерных расчетов при проектировании промышленных установок для очистки пневой древесины.

Литература

1. Аболь П.И. Теоретические предпосылки к процессу корчевания деревьев и пней // Тр. ЦНИИМЭ. 1969. № 97. С. 81-89.
2. Высоцкий А.А., Покрышкин О.В., Гонцов Р.П. Состав и количество балласта в осмоле механизированной заготовки // Проблемы осмолзаготовок. М.: Лесн. пром-сть, 1972. С. 71-73.
3. Высоцкий А.А., Покрышкин О.В., Гонцов Р.П. К вопросу о механизированной очистке пневого осмола от балласта // Проблемы осмолзаготовок. М.: Лесн. пром-сть, 1972. С. 76-83.
4. Григорьев А.Н. Особенности гидроимпульсной окорки сплавных лесоматериалов: дис. ... канд. техн. наук. Йошкар-Ола, 1987. 152 с.
5. Демин К.А. Механизация заготовки пневого осмола. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 30 с.
6. Дмитриев Ю.Я., Кислицина Г.Ф. Гидравлическая окорка древесины М.: Лесн. пром-сть, 1981. 136 с.
7. Новоселов Ю.М. Механизация осмолзаготовок. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 232 с.

References

1. Abol' P. Theoretical background to the process of trees and stumps uprooting // Trudy TsNIIME. 1969. № 97. P. 81-89.
2. Vysotsky A. A. Ballast composition and amount in the resinous wood mechanized harvesting / A.A. Vysotsky, O. Pokryshkin, R.P. Gontsov. // Problemy osmolozagotovok. M.: Lesn. prom-st', 1972. P. 71-73
3. Vysotsky A. A. On the issue of resinous stumpwood mechanical cleaning from ballast / A.A. Vysotsky, O. V. Pokryshkin, R.P. Gontsov. // Problemy osmolozagotovok. M.: Lesn. prom-st', 1972. P. 76-83.
4. Grigor'yev A. N. Features of hydroimpulsive float wood debarking: diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.21.01 / A. N. Grigor'yev. Yoshkar-Ola, 1987. 152 p.
5. Demin K. A. Mechanization of resinous stumpwood harvesting. M.: Lesn. prom-st', 1974. 30 p.
6. Dmitriev, Yu. Ya. Hydraulic debarking of wood / Yu. Ya. Dmitriev, G.F. Kislitsina. M.: Lesn. prom-st', 1981. 136 p.
7. Novoselov, Yu. M. Mechanization of resinous stumpwood harvesting. M.: Lesn. prom-st', 1984. 232 p.

УДК 630.370

Экспериментальные исследования случайных процессов взаимодействия ходовой системы гусеничных лесопогрузчиков с опорной поверхностью

В.Ф. Полетаikin¹

Сибирский государственный технологический университет, пр. Мира, 82, Красноярск, Россия. E-mail: poletaikin_vf@mail.ru
Статья поступила 20.01 2012, принята 22.05.2012

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований параметров случайных процессов взаимодействия ходовой системы гусеничных лесопогрузчиков с опорной поверхностью при движении с грузом. Повышение производительности лесопогрузчиков связано с повышением скорости движения, быстродействия исполнительных механизмов, грузоподъемности, что сопровождается повышением уровня динамических нагрузок на машину. При этом внешние нагрузки носят случайный характер. Для выполнения расчетов элементов конструкции на стадии проектирования на основе теории стационарных случайных процессов получены основные вероятностно-статистические характеристики процессов внешних воздействий: распределение вероятностей нагрузок, нормированные корреляционные функции и спектральные плотности процессов взаимодействия ходовой системы с опорной поверхностью. Установлено, что указанные процессы являются стационарными, с узкополосным спектром, основная часть энергии колебаний сосредоточена в полосе частот 0,6...1,2 Гц.

Ключевые слова: лесопогрузчики гусеничные, случайные процессы, динамические нагрузки, экспериментальные исследования.

Experimental research for random interaction processes between caterpillar loggers running system and bearing surface

V.F. Poletaykin¹

¹Siberian State Technological University, 82 Mira av., Krasnoyarsk, Russia. E-mail: poletaikin_vf@mail.ru
The article received 20.01.2012, accepted 22.05.2012

The results of the experimental researches for the parameters of random interaction processes between the caterpillar loggers running system and bearing surface under the full trip conditions have been considered. The logger effectiveness increase is due to the rise in traverse speed, actuating mechanisms operation speed, and weight capacity. All these are followed by the dynamic loads increase on the machine, external loads being of random character. To calculate structural elements, the major probabilistic-and- statistical characteristics of the external action processes based on the stationary random processes theory – loads probability distribution, normed correlative function and spectral densities of interaction processes between the running system and bearing surface - have been obtained at the design stage. It has been stated that the mentioned processes are permanent within the narrow-band spectrum, major part of vibrational energy being concentrated in 0,6...1,2 Hz frequency band.

Key words: caterpillar loggers, random processes, dynamic loads, experimental researches.

Постановка задачи. При использовании методов статистической динамики в расчетах и исследованиях лесных, сельскохозяйственных и других машин в качестве источников внешних воздействий принимается микропрофиль поверхности пути, который рассматри-

вается как случайная функция и представляется в виде комплексного непрерывного энергетического спектра, т. е. спектральной плотностью воздействия. Однако использование характеристик профиля поверхности пути в качестве реализаций случайной функции внеш-