

УДК 630.8

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

© *Е.В. Петренко<sup>1\*</sup>, В.Н. Паршикова<sup>1</sup>, Р.А. Степень<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Красноярский государственный торгово-экономический институт, ул. Лиды Прушинской, 2, Красноярск, 660075 (Россия), e-mail: evp.2011@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Сибирский государственный технологический университет, ул. Мира, 82, Красноярск, 660049 (Россия)*

Разработана установка по комплексной переработке растительного сырья по внутреннему и внешнему контурам. Показано, что ее внедрение в технологическую цепочку обеспечивает утилизацию совместной древесной зелени пихты и ели, позволяет проводить их экстрагирование и сокращает продолжительность процесса.

*Ключевые слова:* аппарат, безотходная технология, древесная зелень пихты и ели, экстракты, линия переработки, сравнение.

### *Введение*

При проведении рубок главного пользования на лесосеке остается до половины биомассы деревьев. Седьмая часть из них приходится на богатое биологически активными соединениями сырье – верхушки и охвоенные побеги [1]. Не меньшие возможности для малого предпринимательства представляют небольшие участки преимущественно темнохвойных древостоев, остающиеся как малоэффективные при прохождении рубок.

В настоящее время в Сибири эпизодически осуществляется лишь полупромышленная выработка пихтового эфирного масла и пилотная – CO<sub>2</sub>-экстрактов. В связи с этим расходы, связанные с наведением порядка на лесосеках, ложатся на деревопереработку, удорожая продукцию и делая ее малоконкурентоспособной [2]. Эта нагрузка существенно снижается при полезном использовании лесосечных отходов, в частности, организации широкомасштабной переработки древесной зелени. Использование полученных при этом хвойных экстрактов в качестве модификаторов клеящих композиций [3] указывают на реальную возможность развития этого лесохимического направления.

Цель исследования – сравнение существующей и предлагаемой на основе разработанного аппарата технологических схем переработки древесной зелени для получения эфирного масла и хвойного экстракта.

### *Экспериментальная часть*

До настоящего времени хвойный (пихтовый) экстракт эпизодически из-за отсутствия спроса в больших объемах вырабатывается из кубового конденсата пихтоварения [4]. Его применяют для оздоровительных целей и подкормки животным. В связи с

---

*Петренко Елена Валерьевна* – ассистент кафедры товароведения и экспертизы товаров, тел. (391) 221-95-58, e-mail: evp.2011@yandex.ru

*Паршикова Валентина Никитична* – профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, доктор технических наук, тел.: (391) 221-95-58

*Степень Роберт Александрович* – профессор кафедры промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств, доктор биологических наук, тел.: (391) 227-47-08, e-mail:

низким содержанием эфирного масла древесная зелень ели не использовалась. Вместе с тем состав экстрактивных веществ охвоенных побегов пихты и ели является близким [5], что указывает на целесообразность их совместной переработки при получении экстрактов. При этом важно выделять и другой товарный продукт – эфирное масло, компонентный

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

состав которого у пихты и ели практически одинаков. С учетом этого решение вопроса состоит в разработке установки, обеспечивающей выделение максимального количества хвойного экстракта и – экономически обоснованного – эфирного масла.

При разработке конструкции аппарата следует учитывать, что для оптимизации работы малых предприятий они должны располагать оборудованием, вырабатывающим, возможно, большой ассортимент товарных продуктов. Такая универсальность позволяет им при ухудшении конъюнктуры облегчить переход от одной к выработке другой продукции. Этот принцип совмещения заложен в схему аппарата по комплексной переработке пихтово-еловой древесной зелени. Наряду с отгонкой паром эфирного масла (и хвойного экстракта) он позволяет осуществлять этанольную (и другую) экстракцию, что весьма важно, когда основным товарным продуктом являются экстракты. При этом вымывание экстрактивных веществ осуществляется, как в перегонном чане, не только образующимся в сырье конденсатом, но и орошением сырья «свежим» растворителем.

Схема разработанной установки приведена на рисунке 1. Его основным блоком является экстракционная камера, представляющая цилиндр с решеткой, сливным и патрубками для контроля процесса. На решетке размещается сырье. В кубовую часть цилиндра, с находящимся там изолированным нагревателем в 1 кВт, заливается экстрагент (вода или раствор этилового спирта). Для полноты выделения экстракта из системы дно камеры, противоположной от сливного патрубка, поднято на угол  $10^\circ$ . Камера располагается на подставке. В образовавшемся пространстве находится дополнительный нагреватель в 1,5 кВт.

Вторым совмещенным с камерой блоком служит крышка-холодильник, во фланцах которых сделана круговая канавка. При работе в нее вставляется шнур, обеспечивающий герметизацию системы. Крышка-холодильник выполнена в виде цилиндра с раструбом и фланцем в нижней части и патрубком с вентилем в верхней части, служащие для коммуникации с внешним оборудованием установки и для регулирования давления внутри.

В цилиндрической части крышки-холодильника располагаются трубки, по которым движется паромасляный поток. Трубки в цилиндре плотно соединены пластинами. В пространстве между трубками и пластинами протекает охлаждающая вода. В конусной части крышки для заливки экстрагента имеется патрубок с вентилем.

Патрубок в верхней части крышки соединяется с внешним холодильником, флорентиной и патрубком камеры. При обработке паром образующийся во внешнем холодильнике конденсат во флорентине разделяется на флорентинную воду, направляющуюся в камеру, и эфирное масло, идущее в сборник. При экстрагировании этанольным раствором конденсат из внешнего холодильника через флорентину, как емкость, непосредственно поступает в камеру.

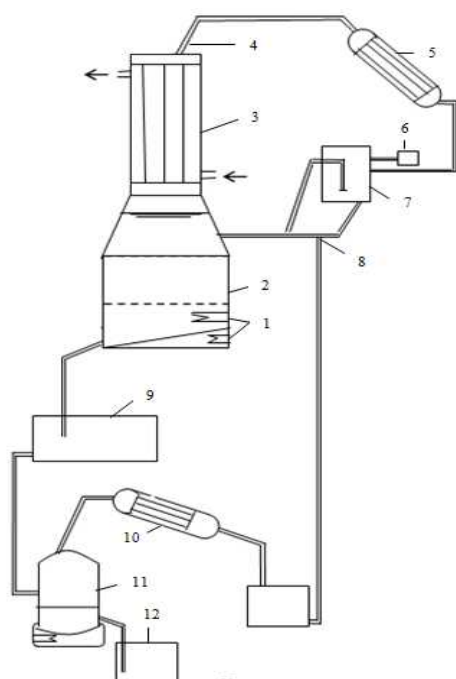


Рис. 1. Установка по переработке древесной зелени по внутреннему и внешнему контуру. 1 – нагреватели; 2 – камера; 3 – крышка-холодильник; 4 – трубопровод; 5, 10 – холодильник; 6 – сборник масла; 7 – флорентина; 8 – система трубопроводов возврата воды в камеру; 9 – емкость кубового раствора; 11 – испаритель; 12 – сборник экстракта

### *Обсуждение результатов*

Принцип работы предлагаемого устройства отличается от существующего при пихтоварении [4]. Наряду с отгонкой и растворением парами воды и этанола сырье подвергается многократному орошению водой и конденсатом раствора этилового спирта. При существующей технологии флорентинная вода и кубовый конденсат часто сбрасываются в водоемы. В последнем случае основным и часто единственным товарным продуктом является пихтовое эфирное масло, и, следовательно, эффективность работы определяется преимущественно породным составом и возрастом древостоев. В предлагаемом варианте не меньшее значение, чем масло, имеют экстракты. В связи с этим биоценологические показатели не столько значимы. Поэтому успешно может перерабатываться не только древесная зелень пихты, но и ее смесь с еловой, что важно при ограниченном количестве сырья.

Пары богатого эфирным маслом сырья с целью получения максимального количества этого продукта перерабатываются по внешнему контуру установки; обедненного – только на начальной стадии для выделения его основного количества. Это обосновано, поскольку во второй половине процесса отгоняется всего 10–20% его общего объема, который к тому же при концентрировании кубового конденсата возвращается в цикл.

Решение о смене системы охлаждения принимается исходя из результатов опытов по выходу эфирного масла из образцов древесной зелени пихты и ели, взятых в разном соотношении в древостоях основных классов возраста.

Далее охлаждение поднимающихся паров происходит во внутреннем контуре – крышке-холодильнике, благодаря чему интенсифицируется выделение из сырья второго товарного продукта – экстракта. К тому же такой режим позволяет выделять во внешнем контуре трудноконденсируемую фракцию летучих продуктов.

Этанольное экстрагирование древесной зелени осуществляется полностью во внутреннем контуре. Поднимающиеся пары конденсируются в крышке-холодильнике. Стекающий конденсат, адсорбируя содержащиеся в паре продукты, омывает расположенное на решетках сырье и поступает в кубовую часть установки. Поднимаясь оттуда, «свежий» пар, пройдя древесную зелень, вновь попадает в трубки крышки-холодильника.

Эксперименты по переработке древесной зелени одного состава по внешнему и внутреннему контурам установки показали, что продолжительность получения одинакового количества экстракта по внешнему контуру достигается в среднем на  $20,2 \pm 1,9\%$  медленнее, чем по внутреннему. Однако при этом вырабатывается еще один товарный продукт – эфирное масло.

Переработка кубового конденсата в экстракт проводится в испарителе, куда он поступает непосредственно или периодически через промежуточную емкость. Концентрирование препарата происходит при постоянном перемешивании и контроле. Отгоняемый экстрагент конденсируется в холодильнике, собирается в емкости и по системе трубопроводов направляется в камеру на орошение сырья. Этанольный раствор перед подачей в камеру доводится до нужной концентрации. Готовый экстракт поступает в сборник.

При существующем способе пихтоварения отработанная древесная зелень автотранспортом вывозится на «рельеф», тем самым повышая пожарную опасность и способствуя размножению насекомых-вредителей.

Рациональное предпринимательство предусматривает максимальное использование сырья. С учетом этого целесообразно собираемую в бункере отработанную древесную зелень отпускать на хозяйственные нужды: для корма животным, приготовления силосной массы, удобрений. При налаженном, достаточно крупном производстве и спросе твердый остаток может перерабатываться в кормовую муку. Для этого собранные в бункере твердые отходы транспортером доставляются в цех хвойной муки, где перерабатываются в новый товарный продукт. Такому использованию способствует измельчение в основном производстве елово-пихтовой древесной зелени.

Важной стороной работы является представление, что выработка хвойного и этанольного экстрактов из пихтово-еловой древесной зелени не менее экономически выгодна, чем получение эфирного масла. Возможно, что утилизация такого сырья для получения масла не всегда рентабельна, в то время как экстракты – выгодна.

Внедрение разработанной установки, обеспечивающей повышенный выход экстрактов, позволяет механизировать ручной труд при заготовке сырья и улучшить производственную цепочку комплексной переработки пихтово-еловой древесной зелени. На рисунке 2 приведено сравнительное описание ее предлагаемой и стандартной производственной схемы.

Организация малых предприятий на оставшихся после проведения рубок островках темнохвойных насаждений на традиционной основе с преимущественной выработкой пихтового масла – дело краткосрочное и малоприбыльное. Эффективно может использоваться лишь древесная зелень молодняка и жердняка пихты. Переработка охвоенных побегов перестойной пихты и всех возрастов ели практически оказывается балластом. С учетом этого заготовку сырья вынуждены проводить на значительном расстоянии и доставлять по бездорожью. К тому же ручное проведение операции предполагает большие потери сырья, прежде всего хвои. Механизация в этих условиях затруднительна.

Совместная переработка древесной зелени пихты и ели разного возраста позволяет механизировать заготовку и подготовку сырья к переработке на территории с налаженной дорожной структурой. Выполнение этих операций может осуществляться комплексом оборудования на базе существующих самоходных сучкорезных машин. Вместе с выращиванием сеянцев, посадкой и уходом за саженцами это создает перспективу функционирования постоянно действующего предприятия с большим числом рабочих мест.

Загрузка сырья в аппарат, как и выгрузка отработанной древесной зелени, посредством тали одинакова для обеих технологий. Она осуществляется с использованием вентилятора высокого давления или конвейера и циклона.

Измельчение сырья в данном случае обрабатывается острым водяным паром, который по существующей технологии подается от внешнего источника, по разработанной – образуется в самом аппарате. В последнем варианте возможна и экстракция органическим растворителем, а также осуществляется вымывание экстрактивных веществ всей массой конденсатов паров, в стандартном – лишь образующихся в сырье. При существующей схеме отгоняемая при концентрировании кубовых растворах жидкость с находящимся в ней эфирным маслом сливается в канализацию, в разработанной – возвращается в рабочую камеру.

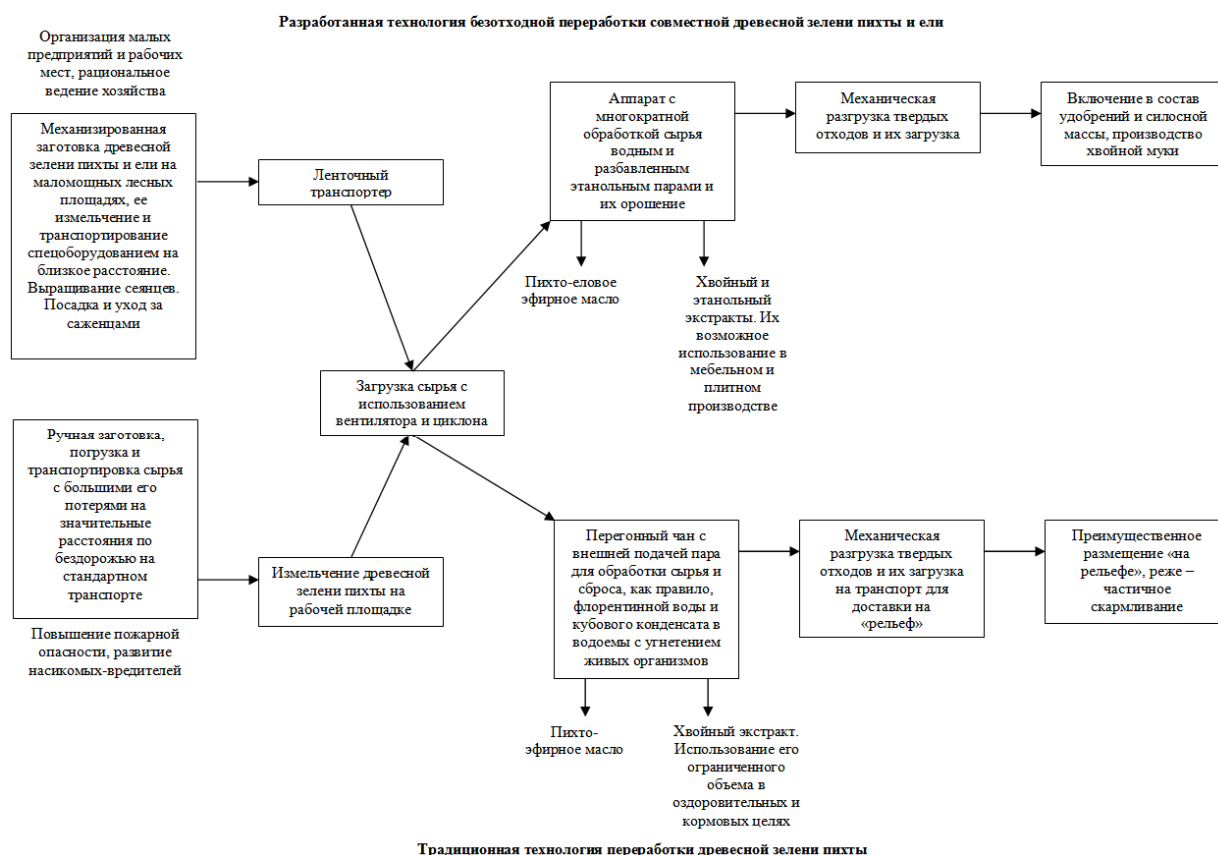


Рис. 2. Сравнительное описание переработки древесной зелени по разработанной и существующей технологиям

### Выводы

При проведении исследования сравнена целесообразность переработки древесной зелени по традиционной и предлагаемой на основе разработанной установки технологическим схемам. Наряду с древесной зеленью пихты последняя позволяет утилизировать охвоенные побеги ели, сократить продолжительность процесса и осуществить экстракцию сырья органическими растворителями. При использовании твердого остатка ее внедрение обеспечивает безотходность технологии.

### Список литературы:

1. Кorpачев В.П., Миронов Г.С. Экология лесопользования. Красноярск, 2007. 212 с.
2. Медведев С.О., Лукин В.А. Эффективное использование сырьевых ресурсов как фактор конкурентоспособности предприятий лесного комплекса // Лесной экономический вестник. 2009. №3. С. 33–39.
3. Петренко Е.В., Паршикова В.Н., Степень Р.А. Гидротермопереработка елово-пихтовой древесной зелени // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: мат. V Всерос. конф. с междунар. участием. Барнаул, 2012. С. 520–521.
4. Степень Р.А., Невзоров В.Н., Невзорова Т.В. Организация производства пихтового масла. Красноярск, 2010. 104 с.
5. Ягодин В.И. Основы безотходной технологии древесной зелени // Проблемы химической переработки древесного сырья. СПб., 2000. С. 50–58.

Поступило в редакцию 26 марта 2013 г.

Petrenko E.V.<sup>1\*</sup>, Parshikova V.N.<sup>1</sup>, Stepen R.A.<sup>2</sup> IMPROVEMENT OF TREE VERDURE PROCESSING TECHNOLOGY

<sup>1</sup>Krasnoyarsk State Trade and Economic Institute, ul. Lidy Prushinskoi, 2, Krasnoyarsk, 660075 (Russia), e-mail: evp.2011@yandex.ru

<sup>2</sup>Siberian State Technological University, pr. Mira, 82, Krasnoyarsk, 660049 (Russia)

Special equipment for complex processing of vegetative raw materials on internal and external contours is considered in the article. It is shown that its introduction in the technological chain provides utilization of Picea and Abies tree verdure, optimizes extraction and reduces the process duration.

*Keywords:* apparatus, wasteless technology, tree verdure, Picea, Abies, extracts, processing line, comparison.

### References

1. Korpachev V.P., Mironov G.S. *Ekologiya lesopol'zovaniia*. [Forest Ecology]. Krasnoyarsk 2007, 212 p. (in Russ.).
2. Medvedev S.O., Lukin V.A. *Lesnoi ekonomicheskii vestnik*, 2009, no. 3, pp. 33–39. (in Russ.).
3. Petrenko E.V., Parshikova V.N., Stepen' R.A. *Novye dostizheniia v khimii i khimicheskoi tekhnologii rastitel'nogo syr'ia: mater. V vseros. konf.* [New advances in chemistry and chemical engineering plant materials: the V All-Russian conference]. Barnaul, 2012, pp. 520–521. (in Russ.).
4. Stepen' R.A., Nevzorov V.N., Nevzorova T.V. *Organizatsiia proizvodstva pikhtovogo masla*. [Organization of production of pine oil]. Krasnoyarsk, 2010, 104 p. (in Russ.).
5. Iagodin V.I. *Problemy khimicheskoi pererabotki drevesnogo syr'ia*. [The problems of chemical processing of wood raw material]. St. Petersburg, 2000, pp. 50–58. (in Russ.).

Received March 26, 2012

---

\* Corresponding author.

