

УДК 631.17

М.В. Горелов, Т.Н. Бастрон
Р.В. МальчикОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СУШКИ ШИШЕК
И ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВM.V. Gorelov, T.N. Bastron,
R.V. MalchikTHE REVIEW OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF THE CONES DRYING AND EXTRACTING
THE SEEDS OF CONIFEROUS TREES

Горелов М.В. – асп. каф. системозенергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: gm-trust@mail.ru

Бастрон Т.Н. – канд. техн. наук, доц. каф. системозенергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: tbastron@yandex.ru

Мальчик Р.В. – асп. каф. системозенергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: r_v_malchik@mail.ru

Gorelov M.V. – Post-Graduate Student, Chair of Systems of Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: gm-trust@mail.ru

Bastron T.N. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Systems of Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: tbastron@yandex.ru

Malchik R.V. – Post-Graduate Student, Chair of Systems of Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: r_v_malchik@mail.ru

В Российской Федерации Красноярский край является одним из ведущих лесных регионов. Площадь лесов составляет 20,3 % от общего лесного фонда страны – это 164 млн га, с преобладанием деревьев хвойных пород (около 83 %). Главными лесобразующими породами являются лиственница (43,7 млн га), береза (15,3 млн га), сосна (13,5 млн га), кедр (9,7 млн га). Ежегодные пожары, техногенные выбросы, вырубка лесов ведут к значительному сокращению и освобождению больших территорий от лесных культур. В последние годы в Красноярском крае возникли проблемы, связанные с сокращением лесов. Ежегодно лесопитомниками края высаживается более 20 т лесосеменного материала. Большие объемы по восстановлению лесов требуют большого количества лесопосадочного материала. Получение качественного лесосеменного материала возможно при использовании высокотехнологичных линий. Современному лесному хозяйству требуются технологии и технологиче-

ское оборудование, обеспечивающие качественное получение лесосеменного материала с наименьшими материальными, энергетическими и трудовыми затратами. В статье представлен обзор выпускаемых технологических линий как отечественного, так и зарубежного производства: КСШ-01 и КСШ-02, DL 600 и DL1200, мобильный сушильный комплекс СУ-1, малогабаритная сушилка СМ-45 для проведения сушки шишек и извлечения семян хвойных пород деревьев. Предложен альтернативный метод сушки шишек и семян с применением комбинированного нагрева электромагнитным полем сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) и инфракрасного (ИК) излучения. Предложенная технология позволит значительно сократить продолжительность технологического процесса и повысить его производительность. В статье рассматривается экспериментальная технологическая линия, разрабатываемая в Красноярском ГАУ, выпол-

ненная с применением комбинированного нагрева.

Ключевые слова: лесовосстановление, ЭМП СВЧ, ИК-облучение, хвойные леса, шишкосушилки, СВЧ-технологическая линия, сушка, нагрев.

In Russian Federation Krasnoyarsk Region is one of leading forest regions. The area of the woods makes 20.3 % of general forest fund of the country, i.e. 164 million hectares with prevalence of trees of coniferous varieties (about 83 %). The main forest forming breeds are larch (43.7 million hectares), birch (15.3 million hectares), pine (13.5 million hectares), cedar (9.7 million hectares). Annual fires, technogenic emissions, deforestation conduct to considerable reduction and release of big territories from forest cultures. In recent years in Krasnoyarsk Region there were problems connected with the reduction of the woods. Annually in nursery forests of the region more than 20 tons of forest seed material is planted. Large volumes on restoration of woods demand large amount of forest seed material. Receiving qualitative forest seed material is possible when using hi-tech lines. Technologies and processing equipment providing high-quality receiving forest seed material with the smallest material, power and labor inputs are required for modern forestry. The review of the let-out technological lines of both domestic and foreign production is presented in the study: KSSh-01 and KSSh-02, DL 600 and DL1200, mobile drying SU-1 complex, small-sized dryer SM-45 for carrying out drying of cones and extraction of seeds of coniferous breeds of trees. Alternative perspective method of cones and seeds drying with the use of combined heat electromagnetic field of high frequency (EMF HF) and infrared radiation (IR) was offered. The offered technology will allow reducing the duration of technological process and increasing its productivity considerably. In the study experimental technological line developed in Krasnoyarsk SAU, executed with application of the combined heating was considered.

Keywords: reforestation, EMF HF, IR-radiation, coniferous forests, bumps dryer, microwave technological line, drying, heating.

Введение. На сегодняшний день в Красноярском крае, как и на всей территории Россий-

ской Федерации, наблюдается дефицит посадочного материала для восстановления лесного фонда. Ежегодной проблемой стали природные пожары, освобождающие большие территории от зеленого богатства России – лесов. Помимо пожаров существуют другие факторы, способствующие сокращению, такие как сплошная вырубка леса, болезни, усыхание лесов, техногенные выбросы. За 2001–2016 гг. Россия стала первой среди стран с наибольшими потерями леса, где среднегодовые потери лесных территорий стали составлять более 4,4 тыс. га. Требуется лесное воспроизводство за счет проведения лесовосстановительных работ и ухода за лесами. В 2013 г. заработала государственная программа «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы», где остро встал вопрос о повышении эффективности и качества лесовосстановления и продуктивности лесов [2].

Лесозаготовка и лесопереработка являются самыми технически оснащенными структурами в лесном хозяйстве. Но в направлении разработки технологий для проведения лесовосстановительных работ наблюдается другая ситуация. Производство машин и технологических линий находится на низком уровне, так как существующие мощности и оборудование хозяйств, занимающихся лесовосстановлением, – это оборудование 60-х, 70-х гг. [8]. В последние годы, в связи с истощением лесного фонда РФ, возникла потребность в производстве специальных технологических линий и лесохозяйственных машин. Данное оборудование должно соответствовать существующим стандартам и включать в себя современные технологии, обеспечивающие снижение материальных, энерго- и трудозатрат и соответствующие мировым экологическим стандартам.

Цель исследования: провести обзор и дать оценку эффективности существующим технологическим комплексам для извлечения семян из шишек и сушки семян хвойных пород деревьев.

Задачи исследования:

1. Произвести поиск и анализ технологических комплексов для сушки шишек и извлечения семян.
2. Сравнить технологические комплексы, оценить производительность и скорость сушки шишек.

Методика и результаты исследования

Сбор лесосеменного сырья шишек производится после созревания семян. Их влажность в это время составляет около 20–25 %, а семена плотно закрыты чешуйками в шишке. Подготовка семян к посеву заключается в извлечении семян из шишек, обескрыливание, очистке, просушке до влажности 10 %. Все эти этапы являются энергозатратными. Главной задачей при извлечении семян является сохранение их качественных характеристик. Основными способами извлечения семян хвойных пород деревьев являются: извлечение семян при естественных условиях; искусственное создание условий, способствующих раскрытию шишки и извлечению семян [3].

На сегодняшний день лесные хозяйства России извлекают семена из шишек двумя основными методами: термическим и механическим. Переработка лесосеменного сырья механическим способом представляет собой дробление и измельчение шишки и отделение семян из раздробленной массы. Такой метод получения семян является малоэффективным: после дроб-

ления необходимо отсеевать семена от полученной массы, провести инспекцию семян на повреждения и просушить до необходимой влажности. Все эти этапы являются энерго- и трудозатратными и говорят о малой эффективности использования такой технологии.

Термическим методом извлекают семена из шишек в шишкосушилках. Различают три типа шишкосушилок: стеллажные, барабанные и шахтные. Шишки сушат при температуре от 40 до 60 °С, в зависимости от породы дерева. Сушка, в зависимости от влажности и размера шишки, продолжается в течение 8–36 ч при постоянном удалении водяных паров воздушным потоком. Для раскрытия шишки и извлечения семян необходимо, чтобы влажность шишек составляла 10 %.

Творческим внедренческим предприятием «Новатор» разработаны комплекты оборудования для сушки шишек и извлечения семян [4]. В комплект КСШ-01, КСШ-02 входит шишкосушилка ШС-200 и специальный прутковый барабан БП-01 (рис. 1).

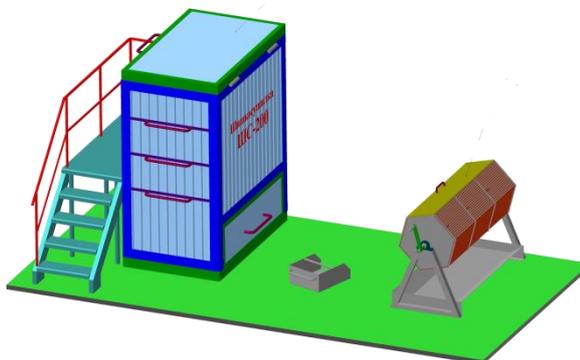


Рис. 1. Комплекс для сушки и извлечения семян из шишек КСШ-01

Температура в камере – от 40 до 80 °С, в зависимости от породы дерева. Продолжительность сушки составляет от 8 до 24 ч. Водяные пары удаляются циркулирующим воздухом, который подогревается водяным или электрическим калорифером. Сушильная камера снабжена датчиками температуры и влажности. Предварительно очищают сырые шишки в прутковом барабане БП-1, далее их засыпают через загрузочный люк в шишкосушилку ШС-200 равномерным слоем. Подсушивание шишек происходит в течение 3–4 ч, при этом калорифер установлен на минимальную мощность. Далее жалюзная

полка, где находились шишки, открывается, и подсушенные шишки пересыпаются в отсек сушки, а в отсек, где происходит подсушивание шишек, засыпается новая партия сырых шишек (рис. 2). Сушка шишек продолжается 3–4 ч при максимальной мощности. Окончательный этап сушки продолжается еще 3–4 ч. Сухие шишки извлекают через нижний лоток и загружают в барабан БП-01, где происходит извлечение семян и очистка от крылатки.

Производительность комплекса КСШ-01 составляет 220 кг за цикл сушки (от 40 до 60 кг на лоток). Установленная мощность шишкосушил-

ки ШС-200 составляет 10 кВт, средняя производительность – 14 кг/ч.

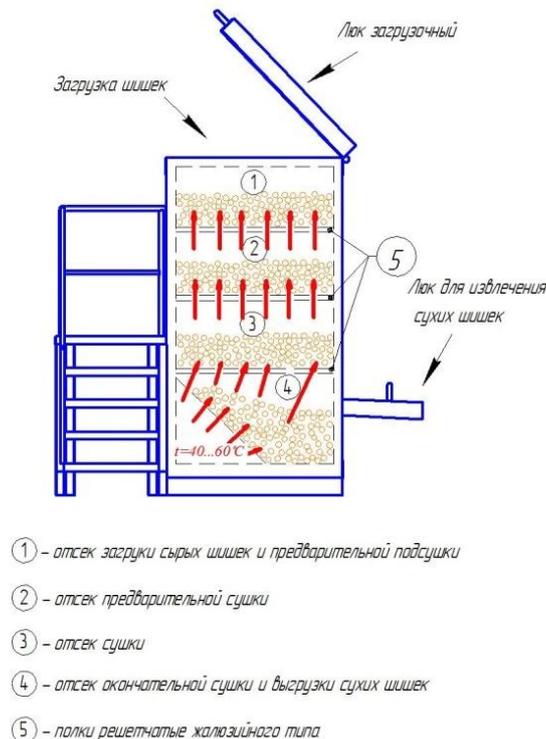


Рис. 2. Технология сушки в шишкосушилке ШС-200

Также на российском рынке пользуются спросом сушильные шкафы производства компании ВСС (Швеция), которые представлены

двумя моделями стандартной серии DL600 и крупной DL1200 (рис. 3).



Рис. 3. Сушильные шкафы ВСС (Швеция) серии DL600 и DL1200

Эти сушильные комплексы отличаются тем, что в них используется активное охлаждение (испаритель, удаляющий влагу из продуваемого воздуха и снижающий его температуру). Представленная технология позволяет производить сушку семян в мягком режиме, не нарушая биологическую систему семян. Сушильные ком-

плексы DL 600 и DL1200 также используют для сушки семян, фруктов, ягод, пыльцы и других продуктов. Сушка сырья в сушильном комплексе длится 8–40 ч при температуре 40–60 °С, в зависимости от породы дерева. Производительность DL600 составляет для сырых шишек сосны до 125 кг за цикл (4–10 ч.) в зависимости

от начальной влажности [5]. Установленная мощность DL600 составляет 8,75 кВт, а производительность – 21 кг/ч сырых шишек.

Для сушки шишек на российском рынке представлен мобильный комплекс СУ-1 (рис. 4)

[6]. Комплекс предназначен для проведения сушки сырья на месте сбора. Сушилка представляет собой теплоизолирующий корпус, в центре которого установлен сетчатый барабан, куда засыпаются шишки (рис. 5).



Рис. 4. Мобильный сушильный комплекс СУ-1



Рис. 5. Сетчатый барабан мобильного сушильного комплекса СУ-1

Нагрев воздуха в установке производится с помощью электрокалорифера. Температурный режим при сушке шишек контролируется при помощи термодатчиков, установленных в камере сушки. Для контроля влажности используется звуковая сигнализация, сообщающая о стадии сушки. Время сушки в мобильном комплексе составляет 12–24 ч. Производительность сушилки за цикл составляет до 225 кг сырых шишек. За сутки можно получить до 20 кг сосновых семян [6]. Мощность мобильного комплекса СУ-1 составляет 5 кВт. В среднем за час обрабатывается до 16 кг сырых шишек.

Компанией «Лесхозмаш» разработана малогабаритная сушилка СМ-45 (рис. 6) [7].

Сушилка представляет собой металлический корпус, где установлено девять ярусов сетчатых стеллажей. Для лучшей циркуляции воздуха стеллажи имеют различную ширину. Система нагрева и циркуляции воздуха включает в себя 3 вентилятора с нагревательным элементом. Комплекс имеет четыре заданные программы работы сушилки. Время сушки составляет от 8 до 12 ч. Производительность сушилки СМ-45 составляет до 45 кг сырых шишек за цикл сушки. Потребляемая мощность сушилки СМ-45 составляет 6,5 кВт, средняя производительность – 4,5 кг/ч.

Сотрудниками Красноярского ГАУ (г. Красноярск) разработана экспериментальная установ-

ка для проведения сушки шишек и семян хвойных пород деревьев (рис. 7) [1]. На основании проведенных экспериментов было установлено, что применение СВЧ-поля направленного дей-

ствия, ИК-излучения и использование активного вентилирования позволяют производить сушку и извлечение семян из шишек с наименьшими энерго- и трудозатратами.



Рис. 6. Сушилка малогабаритная СМ-45



Рис. 7. Экспериментальная технологическая линия с СВЧ-модулем и ИК-излучением

На данном этапе идет исследование обоснованных ранее технологических режимов сушки шишек и семян хвойных пород деревьев, подготовки семян к посеву, сушки сыпучих и гранулированных материалов. Установленная мощность экспериментальной технологической линии – 5 кВт. Предварительно установлена производительность сушилки, которая может составлять до 40 кг сырых шишек в час.

Разработанная в Красноярском ГАУ экспериментальная технологическая линия может стать новейшим техническим средством для получения высококачественных семян. Воздействуя ЭМП СВЧ и ИК-излучением на обрабатываемый материал, можно повысить эффективность процесса сушки и извлечения семян, снизить энергетические и трудовые затраты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности.

Выводы

1. Анализ состояния вопроса показал заинтересованность производителей лесовосстановительных комплексов в развитии данного направления, но способы получения семян остаются энергозатратными.

2. Обзор существующих технологий показал, что время сушки шишек в применяемых комплексах составляет не менее 6 ч. Использование СВЧ- и ИК-технологий позволит сократить это время до 30 мин.

3. В существующих технологических линиях происходит нагрев воздуха, а затем самого обрабатываемого материала, СВЧ-технология нагревает сам продукт. Воздействуя ЭМП СВЧ и ИК-излучением на обрабатываемый материал можно повысить эффективность процесса сушки и извлечения семян, снизить энергетические и трудовые затраты.

Литература

1. *Шахматов С.Н., Горелов М.В., Баранова М.П.* и др. Разработка СВЧ-установки для предпосевной обработки семян и сушки шишек хвойных пород деревьев // Энерго- и ресурсо сбережение – XXI век: мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. интернет конференции. – Орел, 2016. – URL: <http://oreluniver.ru/science/confs/2016/ee/publ> (дата обращения 17.01.2017).
2. Паспорт государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013–2020 годы». – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory> (дата обращения 10.01.2017).
3. *Малаховец П.М.* Лесные культуры: учеб. пособие. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2012. – С. 13–15.
4. Шишкосушилки и оборудование для переработки семян [Электрон. ресурс] // Творческое внедренческое предприятие «Новатор»: – URL: <http://tvpnovator.ru/produkcziya/tehnika-dlya-sbora-i-predvaritelnoj-obrabotki-shishek,-shishkosushilki> (дата обращения 11.01.2017).
5. Сушильные шкафы – серии DL600 и DL1200 [Электрон. ресурс] // ООО «Леснаб»: приборы и оборудование для лесного хозяйства. – URL: <http://lessnabr.ru/catalog/lesvosst/semena/sushilnye-shkafy> (дата обращения 18.01.2017).
6. Перевозная электрическая шишкосушилка СУ-1 [Электрон. ресурс]. – URL: http://chita.epilot.ru/c/shishkosushilka_5366214.html (дата обращения 20.12.2016).
7. Сушилка малогабаритная SM-45 [Электрон. ресурс] // Лесхозмаш. – URL: http://www.lhmpushkino.ru/page/ru_RU/lesohoz/Suchilka (дата обращения 11.01.2017).

8. *Бартенев И.М., Драпалюк М.В., Казаков В.И.* Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления. – М.: Фланта, 2014. – С. 13–30.

Literatura

1. *Shahmatov S.N., Gorelov M.V., Baranova M.P.* i dr. Razrabotka SVCh-ustanovki dlja predposevnoj obrabotki semjan i sushki shishek hvojnyh porod derev'ev // Jenergo- i resurso sberezhenie – XXI vek: mat-ly XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. internet konferencii. – Orel, 2016. – URL: <http://oreluniver.ru/science/confs/2016/ee/publ> (data obrashhenija 17.01.2017).
2. Pasport gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie lesnogo hozjajstva» na 2013–2020 gody». – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory> (data obrashhenija 10.01.2017).
3. *Malahovec P.M.* Lesnye kul'tury: ucheb. posobie. – Arhangel'sk: Izd-vo SAFU, 2012. – S. 13–15.
4. Shishkosushilki i oborudovanie dlja pere-rabotki semjan [Jelektron. resurs] // Tvorcheskoe vnedrencheskoe predpriatie Novator: – URL: <http://tvpnovator.ru/produkcziya/tehnika-dlya-sbora-i-predvaritelnoj-obrabotki-shishek,-shishkosushilki> (data obrashhenija 11.01.2017).
5. Sushil'nye shkafy – serii DL600 i DL1200 [Jelektron. resurs] // ООО «Lessnab»: pribory i oborudovanie dlja lesnogo hozjajstva. – URL: <http://lessnabr.ru/catalog/lesvosst/semena/sushilnye-shkafy/> (data obrashhenija 18.01.2017).
6. Perevoznaja jelektricheskaja shishkosushilka SU-1 [Jelektron. resurs] // Jelektron. dan. – URL: http://chita.epilot.ru/c/shishkosushilka_5366214.html (data obrashhenija 20.12.2016).
7. Sushilka malogabaritnaja SM-45 [Jelektron. resurs] // Leshozmash. – URL: http://www.lhmpushkino.ru/page/ru_RU/lesohoz/Suchilka (data obrashhenija 11.01.2017).
8. *Bartenev I.M., Drapaljuk M.V., Kazakov V.I.* Sovershenstvovanie tehnologij i sredstv mehanizacii lesvosstanovlenija. – M.: Flinta, 2014. – S. 13–30.