

# РЕСУРСЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОМ И НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

И.С. ГЕЛЕС, *Институт леса КарНЦ РАН,*  
М.А. КОРЖОВА, *Институт леса КарНЦ РАН*

В связи с истощением лесосырьевой базы в транспортодоступных зонах Европейско-Уральского региона, где сосредоточено основное население и промышленное производство РФ, в свое время была пересмотрена расчетная лесосека в сторону ее уменьшения [1]. Возникший дефицит древесного сырья планировали возместить за счет рубок промежуточного пользования. К ним в первую очередь относятся рубки ухода в молодняках, которые рассматриваются как важнейшее лесохозяйственное мероприятие, определяющее породный состав лесов, сокращение сроков выращивания и качество древесины [2, 3]. Хотя в последнее десятилетие расчетная лесосека используется далеко не в полной мере, запасы спелого леса неизменно сокращаются. Так, например, прокурор Тверской области считает, что «... еще через 10–15 лет у нас вовсе не останется леса. Бескрайние тверские леса – это уже сказка. Их площадь

сокращается с каждым годом» [4]. В центральных областях России к концу XX в. был закрыт ряд предприятий ЦБП, в частности из-за «исчерпанности ресурсов древесины ели вблизи заводов» [5]. На части площадей после сплошных рубок произошла смена пород – вместо хвойных стали преобладать береза и осина. Естественное и искусственное лесовосстановление осуществляется главным образом за счет сосны. Из 22 тыс. га лесосеменных плантаций, созданных в свое время и предполагаемых, на сосновые приходилось 18 тыс. га, на еловые – только 5 тыс. га [6]. Адаптационные способности сосны проявляются, в частности, и в том, что она возобновляется на 72–83 % площадей вырубок, тогда как ель – только на 15 % площадей [7]. Только в период 1980–1988 гг. в РСФСР лесовосстановление в лесах государственного значения было произведено на площади 9416,2 тыс. га [8]. Все это свидетельствует о том, что в евро-

пейской части РФ имеются большие площади молодых лесов, где главной породой среди хвойных является сосна, а из лиственных – береза. Поэтому проведение рубок ухода в молодняках и оптимальное использование образующейся древесины сохраняют актуальность. Особенностью получаемого древесного сырья является молодой возраст, что обуславливает отнесение его к так называемой тонкомерной древесине (толщина менее 8 см). Это значит, что она практически не может использоваться в строительстве, производстве мебели и т.п. Такая древесина с успехом может применяться в области энергетики и химико-механической переработки (производство различного вида плит, волокнистых полуфабрикатов и т.д.).

В Институте леса Карельского филиала АН СССР в 80–90-е годы прошлого столетия были проведены многосторонние исследования как свойств самой молодой древесины, так и различных волокнистых материалов и бумаг из них. Все лабораторные исследования неоднократно проверялись в опытно-промышленных масштабах: рубки прореживания велись в лесхозах с использованием соответствующей техники, окорка и заготовка технологической щепы проводились на установках получения щепы (УПЩ) нескольких типов на нижних складах леспромпхозов Карелии, получение целлюлозных материалов и выработка бумаги – на оборудовании Красногородского ЭЦБЗ (г. Ленинград). Следует подчеркнуть, что указанные работы в опытно-промышленных масштабах проводились совместно с КарНИИЛПом (г. Петрозаводск).

Одной из задач работы являлось выяснение возможности получения достоверных данных о свойствах небеленой сульфитной целлюлозы из тонкомерной древесины сосны с целью замены соответствующей еловой целлюлозы. Получение положительных результатов позволило бы оптимизировать использование этих двух пород: тонкомерную сосну направлять на производство целлюлозы, а ель – на получение различных видов волокнистых полуфабрикатов высокого выхода, так как прочностные свойства дефибрерной древесной массы из сосны на

30–40 % ниже, чем из ели, а удельный расход энергии выше. Аналогичные соотношения имеют место при производстве термо-механической и других видов масс высокого выхода из этих пород [9]. Кроме того, при использовании сосны для указанных видов полуфабрикатов возникают так называемые «смоляные затруднения», что вынуждает использовать специальные добавки.

Проведенные исследования показали, что тонкомерная древесина сосны и березы от рубок прореживания (возраст 25–45 лет) уступает технически спелой древесине по содержанию целлюлозы и эфирорастворимых веществ, а также по параметрам волокон. Для березы эти различия выражены в меньшей степени. Вместе с тем тонкомерное древесное сырье содержит относительно больше коры, нежели стандартная древесина для ЦБП. Опыты по долговременному хранению (более года) неокоренной тонкомерной березы показали, что она не подвергается «задыханию», что наблюдается у спелой древесины этой породы, и пригодна для получения различных типов целлюлоз.

Неоднократные производственные выработки технологической щепы для ЦБП показали соответствие ее требованиям ГОСТ 15815–83. Наряду с получением щепы тонкомерную березу рассматривали как возможное сырье для производства берестового дегтя, для которого в качестве исходного материала обычно служила береста березового кряжа, применяемого для изготовления фанеры. При окорке тонкомерной березы на УПЩ-ЗА одновременно отбирали отходы окорки, из которых была выделена береста. Нужно отметить, что в опытном варианте толщина бересты была значительно меньше по сравнению с обычным технологическим сырьем. Выгонку дегтя вели на дегтярной установке филиала Петрозаводского химлесхоза. Одновременно деготь получали из технологического берестового сырья. Анализ опытной партии бересты проводили согласно ТУ-13-707-83, а дегтя – по РСТ РСФСР 226–78. Опытная партия бересты имела повышенное содержание луба – 13,8 % и влаги – 23,8 % по сравнению с нормой для первого сорта бересты березовой – 10 и 20 % соответственно. Анализ дегтя

из бересты тонкомерной березы показал, что он соответствует первому сорту, кроме числа омыления, которое отвечало требованиям второго сорта. Выход дегтя составил 25 % от исходной массы бересты (анализ бересты и дегтя проводили сотрудники лаборатории химического цеха филиала Петрозаводского химлесхоза).

Результаты этих опытов показали возможность комплексного использования тонкомерной березы с получением в том числе высокостойкой продукции из отходов. В целом нужно отметить, что многочисленные опытные выработки доказали реальность получения качественной технологической щепы для ЦБП из тонкомерной древесины хвойных и лиственных пород при сухой окорке на установках получения щепы нижних складов леспромхозов. При поставке такого сырья (стволики) предприятиям ЦБП значительная часть тонкомера уходит в отходы вследствие сильного его дробления. На специализированных линиях технологическая щепа по фракционному составу и размерным характеристикам обычно соответствует требованиям ГОСТ.

Сравнительные сульфатные варки тонкомерной и балансовой древесины сосны и березы показали, что небеленые целлюлозы из первого вида древесины имеют несколько пониженный выход и повышенное содержание лигнина, чем из спелого сырья. Небеленые сульфатные целлюлозы из тонкомерной древесины этих пород имели повышенное значение разрывной длины, но ниже сопротивление раздиранию. Подобные соотношения имели место у белых целлюлоз из указанных пород и видов древесины [10]. Небеленая сульфатная целлюлоза опытно-промышленных выработок из производственной щепы при введении в нее до 30 % щепы из тонкомерной сосны по разрывной длине, сопротивлению продавливанию и раздиранию не уступала контрольному образцу. Изготовленная из нее мешочная бумага по разрушающему усилию, удлинению, воздухопроницаемости и впитываемости соответствовала требованиям ГОСТ 2223–75 «Мешочная бумага», но уступала по сопротивлению раздиранию (дан-

ные центральной химлаборатории Сегежского ЦБК). Изготовленные из нее вручную четырехслойные сшитые открытые мешки форматом 100 × 42 см были испытаны в соответствии с ГОСТ 2226–75. Большинство мешков выдержали необходимое число ударов, но они были не в том количестве, которое указано в ГОСТ.

Опытно-промышленные выработки небеленой сульфатной целлюлозы показали, что добавка к технологической щепе из балансовой древесины щепы из тонкомерной березы и сосны в количестве до 15 % и 30 % соответственно позволяет получить волокнистый полуфабрикат, отвечающий марке НС-2 (ГОСТ 11208-65), т.е. достаточно прочный материал.

Наряду с сульфатными были получены и сульфитные целлюлозы из тонкомерной древесины сосны, березы и осины. Подобно сульфатным, сульфитные небеленые целлюлозы из древесины от прореживания имели пониженный выход, нежели из спелой. Результаты проведенных экспериментов показали, что из щепы указанных пород в возрасте прореживания можно получать небеленые целлюлозы разной степени провара без каких-либо затруднений. При повышенном содержании остаточного лигнина непровар не превышал обычно 3 % (табл. 1). Особо следует отметить, что для получения небеленой сульфитной целлюлозы из осины с приемлемыми прочностными показателями варку следует проводить при сокращении времени стоянки на конечной температуре и пониженном ее значении (не выше 135°C). Определение физико-механических свойств небеленых сульфитных целлюлоз из тонкомерной древесины показало, что наилучшие значения имели волокнистые массы из сосны, которые по сопротивлению разрыву и излому превосходили требования ГОСТ 6501–73 для небеленой сульфитной целлюлозы из елово-пихтового сырья (табл. 1) для марки Ж-2. Небеленая сульфитная целлюлоза из тонкомерной осины, имевшая более низкие значения, чем аналогичные полуфабрикаты из сосны и березы, тем не менее отвечала требованиям ГОСТ 6501–73 для марки Ж-4 из елово-пихтового баланса.

Т а б л и ц а 1

**Характеристика небеленых сульфитных целлюлоз из тонкомерной древесины сосны, березы и осины**

| Показатели                                                                              | Небеленые сульфитные целлюлозы опытно-промышленной выработки |                     |                     | Небеленая сульфитная целлюлоза из ели Ляскельского ЦБЗ | Требования ГОСТ 6501-73 Целлюлоза сульфитная небеленая из хвойной древесины (ель, пихта) для марок |                |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                                                                         | сосна                                                        | береза              | осина               |                                                        | Ж-2                                                                                                | Ж-3            | Ж-4            |
| Выход, % от исх. а.с.д.:<br>общий<br>сортированной массы                                | 51,0<br>47,8                                                 | 51,6<br>51,1        | 52,6<br>49,7        | —<br>—                                                 | —<br>—                                                                                             | —<br>—         | —<br>—         |
| Степень делигнификации<br>(число Каппа)                                                 | 33,8                                                         | 35,7                | 32,8                | 43,1                                                   | 32–27                                                                                              | 35–27          | более 27       |
| Разрывная длина, м                                                                      | 8570                                                         | 7430                | 6940                | 6600                                                   | 7500                                                                                               | 7000           | 6500           |
| Удлинение при разрыве, мм                                                               | 3,67                                                         | 4,35                | 3,26                | 3,49                                                   | —                                                                                                  | —              | —              |
| Соппротивление:<br>излому, ч.д.п. на 180 град,<br>раздиранию, Н продавлива-<br>нию, кПа | 3100<br>0,54<br>390                                          | 2500<br>0,44<br>352 | 1260<br>0,40<br>309 | 1330<br>0,64<br>337                                    | 2000<br>—<br>—                                                                                     | 1500<br>—<br>— | 1000<br>—<br>— |
| Массовая доля смол и<br>жиров по дихлорэтану, %<br>не более                             | 1,18                                                         | 2,10                | 1,59                | 1,50                                                   | 1,30                                                                                               | 1,50           | 1,50           |

\* экстракцию целлюлоз вели спирто-бензольной смесью

Т а б л и ц а 2

**Некоторые свойства опытной оберточной бумаги из 100 % небеленой сульфитной целлюлозы из тонкомерной сосны сразу после ее изготовления и спустя 20 лет**

| Время испытаний                                    | Масса, г/м² | Разрывная длина, среднее из двух направлений, м | Удлинение в момент разрыва, % | Проклейка, мм | Соппротивление              |                        |                | Белизна, % по Эльрефо |
|----------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|
|                                                    |             |                                                 |                               |               | излому, ч.д.п. на 180 град. | продавливанию, кгс/см² | раздиранию, мН |                       |
| Сразу после изготовления                           | 70          | 4730                                            | —                             | 2,0           | —                           | —                      | —              | —                     |
| Спустя 20 лет*                                     | 73          | 4620                                            | 2,05                          | —             | 97                          | 1,60                   | 385            | 39,3                  |
| Требования ГОСТ8273-75. Бумага оберточная. Марка А | 60–85       | не менее 4500                                   | —                             | не менее 1,0  | —                           | —                      | —              | —                     |

\* по данным Центральной лаборатории ООО «Кондопога»

Т а б л и ц а 3

**Характеристика опытной бумаги для печати из беленой сульфитной березовой целлюлозы сразу после ее изготовления и спустя 16 лет**

| Время испытаний          |         | Масса 1м², г  | Разрывная длина, среднее из двух направл., м | Соппротивл. излому, ч.д.п. в поперечном направлении | Проклейка, мм | Зольность, % | Гладкость, с | Белизна, % по Эльрефо |
|--------------------------|---------|---------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Сразу после изготовления | рулон 2 | 73            | 2670                                         | 4                                                   | 1,0           | 10,9         | 12/37        | 76,7                  |
|                          | рулон 3 | 69            | 2810                                         | 4                                                   | 1,0           | 10,7         | 14/28        | 76,9                  |
| Спустя 16 лет*           |         | средняя проба | 76,8                                         | 2755                                                | 6             | —            | —            | 74,0                  |

\*по данным Центральной лаборатории ООО «Кондопога»

Целлюлозы опытно-промышленных выработок были использованы для производства оберточных, афишной и билетной бумаги. Из 100 % небеленой сульфитной сосновой целлюлозы была выработана оберточная бумага, разрывная длина которой и спустя 20 лет соответствовала требованиям ГОСТ 8273–75 для марки А (табл. 2). Небеленые сульфитные целлюлозы из березы и осины были использованы в композиции афишной и билетной бумаги марки Б в количестве 37–40 % наряду с небеленой еловой сульфитной целлюлозой Ляскельского ЦБЗ. Бумаги отвечали требованиям ГОСТ 11836-76 «Бумага афишная и билетная». Согласно визуальной оценке бумага с добавкой целлюлозы лиственных пород имела более равномерный просвет, нежели у контрольного образца. При печатании различного рода материалов (листовок для противопожарной агитации, бланков и др.) отсутствовало расплывание краски, и качество печати было хорошее (печатание и оценку бумаги производили в бланочной типографии № 2 г. Петрозаводска).

Так как беленую березовую целлюлозу производят почти исключительно из сульфатной волокнистой массы, было решено проверить пригодность небеленой сульфитной целлюлозы из тонкомерной древесины для получения указанного вида полуфабриката. Отбелку небеленой сульфитной целлюлозы из древесины березы от прореживания вели в условиях Красногородского ЭЦБЗ гипохлоритом натрия. Полученная беленая сульфитная березовая целлюлоза была переработана в печатную бумагу, свойства которой после выработки и спустя 16 лет говорят об их стабильности (табл. 3).

Многочисленные лабораторные и опытно-промышленные выработки показали надежность процесса производства небеленой сульфитной целлюлозы из тонкомерной сосны с приемлемыми прочностными свойствами. Нами было обращено внимание на то, что такая целлюлоза имеет относительно высокую белизну. Специально проведенные многочисленные опыты – варки в одинаковых условиях тонкомерной сосны и древесины ели разного возраста – позволили прийти к заключению, что небеленые сосновые

целлюлозы имели более высокую белизну, нежели еловые. Указанное явление объясняется особенностями морфологического строения трахеид сосны и ели. На основании этих данных был сделан вывод, что подобные результаты должны быть получены при варке заболонной части спелой древесины сосны. Для проверки указанного теоретического положения была взята щепка из отходов лесопиления сосны Петрозаводского ДСК, представляющая собой в основном заболонную часть дерева сосны. Такая щепка подвергалась кислой сульфитной и бисульфитной варке в одинаковых условиях со щепой из древесины ели. Анализы полученной небеленой целлюлозы подтвердили факт лучшей делигнификации и повышенной белизны волокнистых масс из древесины сосны. Таким образом, многочисленные эксперименты показали, что из древесины сосны с особым состоянием ее водотранспортной системы (окаймленных пор трахеид) можно получать сульфитным способом качественную небеленую целлюлозу. Вместе с тем нужно отметить, что в такой целлюлозе содержится повышенное количество смолистых веществ, так что, очевидно, необходимы меры по предотвращению смоляных затруднений.

Наряду с экспериментами по производству технологической щепы из тонкомерной древесины с получением из нее различных видов целлюлоз, проводились работы по использованию щепы из неокоренной осины при выработке твердых и мягких древесноволокнистых плит (ДВП). Использование лиственной древесины для выпуска указанной продукции было не ново, но практического применения на многих предприятиях эти породы не находили. Учитывая повышенное содержание коры и меньшие размеры трахеальных элементов, имелись опасения, что применение тонкомерной древесины может негативно сказаться на свойствах плит. Опыты в производственных условиях проводили на Петрозаводском ДСК, в основном на потоке твердых ДВП. В ходе экспериментов содержание щепы из неокоренной тонкомерной осины меняли в композиции сырья от 35 до 60 %. При нижнем пределе качество плит определялось введением укрепляющей

добавки (мочевины); в ее отсутствие плиты отвечали марке Т-350, при поливе плит раствором мочевины – марке Т-400 по ГОСТ 4598–74. При этом следует подчеркнуть, что в процесс производства не вносили никаких изменений. При увеличении в составе щепы неокоренной тонкомерной осины до 60 % плиты отвечали требованиям марки Т-350. В ряде опытов плиты изготавливались из 10 % щепы указанной древесины осины. Большая их часть соответствовала марке Т-350, некоторые выборки плит отвечали требованиям для марки Т-400. Щепы из тонкомерной осины вводилась и в состав мягких плит в тех же пределах. Определение их физико-механических свойств показало соответствие требованиям ГОСТ 4598–74 для марки М-4. Всего было выработано более 25 тыс. м<sup>2</sup> плит стандартного качества. На этом же предприятии проводились опыты по введению в композицию плит щепы всего дерева осины. В период до роспуска листвы тонкомерная и небольшая часть спелой осины с кроной перерабатывались в щепу, которую вводили в композицию твердых ДВП. Содержание ветвей и вершинок составляло 9,8 % от общей массы щепы. В этих опытах из-за отсутствия необходимых параметров плиты отвечали только марке Т-350.

Несомненно, наши и известные из литературы данные свидетельствуют о возможности и необходимости использования тонкомерной древесины от промежуточного пользования в производстве разнообразной продукции целлюлозно-бумажного и плитного производства. Более того, тонкомерная сосна представляется, в известном смысле, более универсальным сырьем, нежели спелая, так как может использоваться и при выработке целлюлозы сульфитным способом. Кроме того, применение ее в производстве волокнистых масс высокого выхода должно вести к экономии энергии и химикатов, т.к. трахеиды имеют меньшую толщину, а древесина – пониженное содержание экстрактивных веществ при отсутствии других компонентов ядра. Поневоле встает вопрос, почему для производства целого ряда продукции разового потребления (многие виды оберточной бумаги, билетной, афишной и т.п.) должна ис-

пользоваться высококачественная древесина, если таковую можно с успехом заменить древесным сырьем, заготовка которого одновременно приводит к ускорению роста древостоев и улучшению качества древесины.

Известно, что широкомасштабные сплошные рубки проводились как раз в европейско-уральской зоне, и в настоящее время здесь на многих площадях расположены молодые и приспевающие леса. Улучшение их состояния и оптимизация утилизации древесины от рубок ухода представляется проблемой, заслуживающей внимания.

### Библиографический список

1. Бурден, Н.А. Развитие лесозаготовок: проблемы и перспективы / Н.А. Бурден, А.И. Рыженков // Лесная промышленность. – 1990. – № 8. – С. 1–2.
2. Носенков, А.И. Резервы промежуточного пользования в Северо-Западном экономическом районе / А.И. Носенков // Проблемы использования лесосырьевых ресурсов: сб. науч. тр. ВНИПИЭЛеспром. – М., 1982. – С. 64–71.
3. Зинин, В.Ф. Использование тонкомерной древесины и лесосечных отходов от рубок ухода за лесом / В.Ф. Зинин, Л.Н. Прохоров // Лесное хозяйство. – 1994. – № 5. – С. 18–19.
4. Российская лесная газета. № 24–25 (154–155). Июнь 2006.
5. Шамко, В.Е. Состояние и перспективы развития сульфитных процессов / В.Е. Шамко // Обз. инф. ВНИПИЭЛеспром. – М., 1988. – 52 с.
6. Воробьев, Г.И. Лесное хозяйство мира / Г.И. Воробьев, К.Д. Мухамедшин, Л.М. Девяткин. – М., 1984. – 352 с.
7. Волков, А.Д. Антропогенное изменение лесов Республики Карелия – современное состояние и перспективы / А.Д. Волков // Проблемы устойчивого развития лесного комплекса Республики Карелия: сб. научн. тр. – Петрозаводск, 2000. – № 3. – С. 3–6.
8. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов СССР. // Статистический сборник. – М., 1989. – 174 с.
9. Барбье, М.К. Производство механической и химико-механической массы (характеристики полуфабриката и бумаги) / М.К. Барбье, С. Дуссуро, С. Жанкие // Бумажная промышленность. – 1991. – № 11. – С. 7–10.
10. Коржицкая, З.А. Свойства небеленых и беленых сульфатных целлюлоз из тонкомерной древесины, полученной от рубок ухода в сосново-лиственных молодняках. Физико-химические исследования древесины и ее комплексное использование / З.А. Коржицкая, Л.В. Голубева. – Петрозаводск, 1978. – С. 91–106.