

Ц

Pulp

еллюлоза

Б

Paper

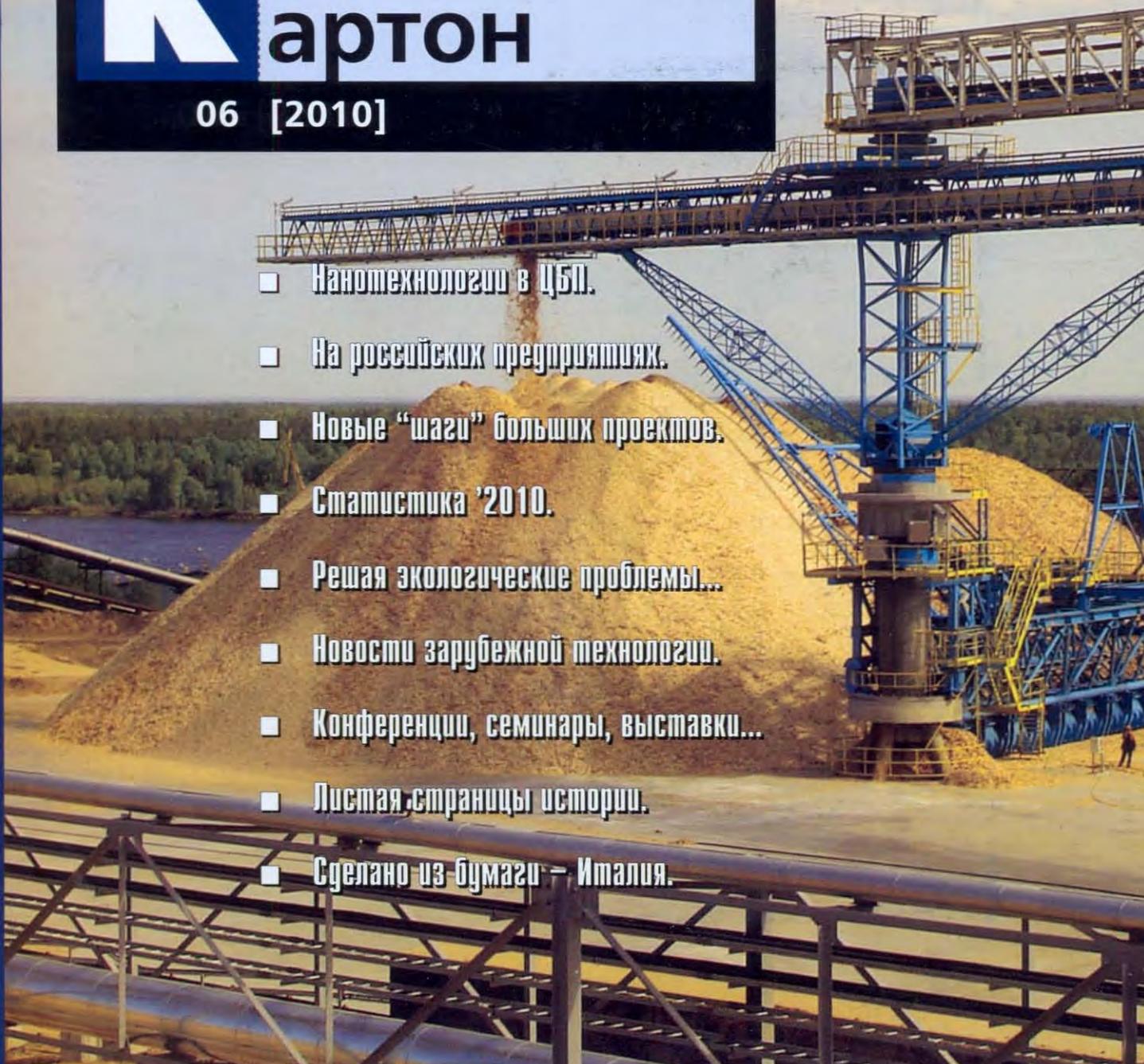
умага

К

Board

артон

06 [2010]

- 
- Нанотехнологии в ЦБП.
 - На российских предприятиях.
 - Новые “шаги” больших проектов.
 - Статистика '2010.
 - Решая экологические проблемы...
 - Новости зарубежной технологии.
 - Конференции, семинары, выставки...
 - Листая страницы истории.
 - Сделано из бумаги – Италия.

«Волшебное» слово – «нано»?

Э. Л. Аким, М. В. Коваленко,
С. Ю. Малков, Л. Г. Махотина,
А. Б. Никандров,
Н. Я. Рассказова,
СПб ГТУ ИП

В Европе и Северной Америке принята совместная **Стратегия развития нанотехнологий в лесной и целлюлозно-бумажной промышленности** (Nanotechnology for the Forest Product Industry. Vision and Technology Roadmap). Принятая в Северной Америке программа «Agenda 2020» и в Западной Европе «Лесная Технологическая Платформа» рассматривают нанотехнологии как одно из наиболее важных и перспективных направлений стратегии развития лесной и целлюлозно-бумажной промышленности. На конференции «PULPAPER 2010», июнь 2010 года, Хельсинки, проблемам нанотехнологий был посвящен целый день. В мире уже вышел ряд монографий, посвященных данной проблеме.

Разработанная в России **Национальная Исследовательская Программа Российской Лесной Технологической Платформы** также рассматривает «Научные основы разработки новых видов бумаги и картона с использованием нанотехнологий» как одно из важнейших направлений стратегии развития отечественного лесного комплекса, повышения его конкурентоспособности и решения проблем импортозамещения.

Необходимость реализации стратегии развития нанотехнологий в российской лесной и целлюлозно-бумажной промышленности предпо-

ределяет актуальность ряда промышленных проектов и активизацию работ в данной области.

В предлагаемой статье впервые в России систематически рассматриваются как научные аспекты проблемы, так и технологические аспекты использования нанотехнологии при производстве волокнистых полуфабрикатов, бумаги, композитов, в частности, мелованной бумаги, а также синтетической бумаги пленочного типа.

Дань моде или веление времени?

Для древесины и ее полимерных компонентов наноструктура представляет собой один из уровней надмолекулярной структуры с размерами от 1 до 100 нанометров (10-1000 ангстрем).

Исходя из этого определения и известных представлениях о надмолекулярной и морфологической структуре древесины и целлюлозы, к нано-структурным элементам целлюлозной структуры относятся аморфные, мезоморфные и кристаллические области, а также нанофибриллы, микрофибриллы и фибриллы.

Наряду с молекулярной и морфологической структурой древесины и целлюлозы, именно наноструктура и ее состояние определяют весь комплекс свойств этих природных растительных полимеров и их поведение при переработке. Наряду с анализом наноструктуры основных полимерных компонентов древесины (целлюлозы, гемицеллюлоз, лигнина), заслуживает внимания и изучение пористой структуры, прежде всего нанопор, а также

свойств и поведения в водных системах других компонентов древесины, имеющих наноразмер частиц (смолы, природные латексы).

Во второй половине XX века в химии древесины и целлюлозы появился ряд работ, которые по сути могут рассматриваться как теоретический фундамент для применения нанотехнологий в ЦБП. К ним относятся, прежде всего, работы **Рэнби** по микрофибриллам и элементарным фибриллам. Именно они по современной терминологии называются нанофибриллами.

Вторая серия работ – это цикл работ **Батисты** по микрокристаллической целлюлозе, которая сегодня рассматривается как первый нанопродукт, выпущенный ЦБП на мировые рынки.

Третья серия работ – это цикл работ **Э. Л. Акима** по расстекловыванию и застекловыванию аморфных областей целлюлозы и по роли релаксационного состояния аморфных областей при осуществлении целлюлозных процессов.

Концепция об определяющей роли релаксационного состояния аморфных областей целлюлозы при поведении ее в химических реакциях, физико-химических и механохимических процессах была разработана Э. Л. Акимом в конце 1960-х годов и обобщена в 1971 году. В 1977–1978 гг. релаксационная теория была представлена на симпозиуме **Американского химического общества и симпозиуме ТАППИ по растворимым целлюлозам** и получила поддержку ряда видных ученых, в частности **З. А. Роговина** и **И. Сакурада**, **С. П. Папкина** и **Э. З. Файнберга** и др.

В рамках релаксационной теории аморфные области рассматривались

как диафрагма, регулирующая, в зависимости от степени ее открытия, проникновение реагента внутрь целлюлозной структуры. Расстекловывание относится к переходам второго рода и может протекать на различную глубину. Можно сравнить аморфные области с «дверьми», открывающимися в большей или меньшей степени при расстекловывании и обеспечивающими проникновение реагента внутрь целлюлозной структуры.

Релаксационная теория легла в основу создания отечественной научной школы структурной физико-химии древесины, целлюлозы и целлюлозных композиционных материалов. На базе фундаментальных и прикладных исследований отечественной научной школы структурной физико-химии древесины, целлюлозы и целлюлозных композиционных материалов в 1970-1980-е гг. нами был поставлен на производство ряд новых видов целлюлозных композитов и синтетической бумаги пленочного типа. При разработке их технологии использовались, в частности, принципы нанотехнологии.

Актуальность нанотехнологии для отечественного и мирового лесного комплекса обусловлена глобализацией мировой экономики (и лесного сектора как ее составной части), обострением экологических проблем и конкуренцией за рынки.

Ситуация на мировых рынках лесной и целлюлозно-бумажной продукции в начале XXI века принципиально изменилась. Появились и успешно развиваются плантации ускоренного роста. Эти плантации, занимаемая сегодня менее 5 % лесопокрытой площади мира, уже обеспечива-

ют, по данным ФАО ООН, свыше 50% мирового потребления древесины. Непрерывно увеличивается применение вторичных (рекуперированных) волокон. В результате в сырьевой структуре ЦБП ряда стран резко возросла доля вторичного волокна и целлюлозы, полученной из древесины плантаций ускоренного роста.

На первый взгляд, в связи с этим становится весьма проблематичным утверждение о том, что современный мир не сможет обойтись без лесных ресурсов России, в которой, как известно, сконцентрировано 22-25% лесных ресурсов мира. Однако, более детальный анализ ситуации показывает, что наличие в России лесных ресурсов для производства северных армирующих волокон, как хвойных, так и лиственных, в сочетании с близостью развивающихся рынков (Российского и стран СНГ, Китайского, Индийского), сохраняет особое значение лесов России.

Лесные ресурсы России обуславливают целесообразность позиционирования ЦБП России как экспортера армирующих волокон северной древесины, и картоно-бумажной продукции с высоким содержанием первичного волокна. В связи с этим, утверждение о том, что «современный мир не сможет обойтись без лесных ресурсов России» в этих условиях должно быть дополнено «как поставщика северных армирующих волокон и бумаги и картона на базе первичных волокон».

«Мобилизация древесины», осуществляемая в настоящее время в Европе в связи с реализацией энергетической программы, обуславливает целесообразность импорта в

Европу из России транспортбельных видов биотоплива. Их производство и экспорт из России экономически оправданы лишь при комплексной глубокой переработке древесины непосредственно в регионе произрастания. Важнейшей частью такой комплексной переработки является целлюлозно-бумажная промышленность. Таким образом, в то время, когда Европа с тревогой обсуждает проблемы мобилизации древесины, в России проблема заключается в комплексной реконструкции существующих целлюлозно-бумажных комбинатов и создании на их основе предприятий комплексной глубокой переработки древесины непосредственно в регионе произрастания.

На плантациях ускоренного роста достигнута продуктивность роста эвкалипта в среднем 40-60 кубометров с гектара в год, (а на отдельных делянках – до 100 кубометров с га в год). В тоже время продуктивность роста древесины в лесах России составляет всего от одного до трех кубометров с га в год. Выросшие в суровых северных условиях деревья имеют нанофибриллы, биосинтез которых осуществлялся чрезвычайно медленно и в условиях знаменитой ветровой нагрузки. Соответственно, реализация наноструктурных особенностей такой древесины, реализация прочности этих армирующих нанофибрилл требует на всех стадиях производства детального учета специфических нанотехнологических особенностей процессов получения волокнистых полуфабрикатов, в частности, БХТММ, бумаги из них и композитов их основе.

**Более подробно о применении нанотехнологий
в российской и мировой ЦБП
будет рассказано
в следующих номерах журнала.**