Зависимость прочности клеевого шва от содержания наночастиц $Fe_3O_4$ в клеевых составах с оптимальным соотношением: 80 % ЭД-20 + 20 % ПЭПА

| Свойство клеевого соединения | Содержание наполнителя $Fe_3O_4$ в клеевых составах, об. % при постоянном соотношении ЭД-20:ПЭПА | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Прочность клеевого соединения на сдвиг, кгс/см$^2$, отвержденного в течение 48 ч | 54.6 | 93,8 | 119,8 | 154,0 | 145,5 | 76,1 |

С каждым клеевым составом изготавливали по 5 склеенных образцов. После отверждения клеевого шва в течение 48 часов при обычных условиях они были подвергнуты испытанию на прочность (таблица).

Из данных таблицы видно, что зависимость прочности клеевого шва от содержания в клеевых составах магнетита при постоянном отношении смолы к отвердителю имеет весьма пологий максимум. Можно рекомендовать клеевые составы в широком диапазоне содержания магнетита от 15 о 30 % с прочностными характеристиками от 140,2 до 145,5 кгс/см$^2$. Оптимальный состав с содержанием 20 % магнетита соответствует максимальному значению прочности – 154,0 кгс/см$^2$, что почти в три раза больше связующей композиции без $Fe_3O_4$.

**Список литературы**

1. Кардашов Д.А. Синтетические смолы. – М.: Химия, 1976. – 504 с.

2. Кондратьев В.П., Кондращенко В.И. Синтетические клеи для древесных материалов. – М.: Научный мир, 2004. – 520 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Коноплев Б.Г., Молчанова Л.Ф.

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, e-mail: lmolchanova@sfedu.ru*

Сетевые образовательные ресурсы открывают широкие возможности для расширения лабораторной и научно-технологической базы учебного процесса, организации переподготовки в актуальных областях инженерно-технического профиля, использования в учебном процессе дорогого уникального оборудования, недоступного всем учебным заведениям. Компетентностный подход к организации образовательного процесса заключается в управляемом самостоятельном обучении на основе модульной структуры рабочих программ учебных дисциплин, органично включающих в себя проблемный и проектный методы обучения, а также мониторинг учебных достижений.

Рассматривается технология разработки электронного учебно-методического комплекса дисциплины на основе модели компетентности выпускника университета. Приводится пример управляемого самостоятельного обучения с помощью сетевого научно-образовательного ресурса http://sfedu.ru/www/stat_pages22.show?p=SCI/N11659.

Разработанный программно-аппаратный комплекс представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, созданных на основе современных информационно-коммуникационных технологий и программно-аппаратных решений, позволяет обеспечить принципиально новые возможности электронного обучения, дистанционную работы на уникальном оборудовании, проведение виртуальных лабораторных работ и научных исследований в интерактивном режиме, а также доступ к базам экспериментальных данных. Это создает возможность существенного расширения круга пользователей уникальным оборудованием, а также повышения квалификации сотрудников, работающих в области нанотехнологий. Комплекс представлен на Федеральном интернет-портале http://www.portalnano.ru/read/iInfrastructure/russia/nns/sfedu/nanoscience.

## БЕСХЛОРНАЯ ОТБЕЛКИ ПЕРОКСИДНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ

Пен Р.З., Каретникова Н.В., Вшивкова И.А.

*Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, e-mail: robertpen@yandex.ru*

Основное количество целлюлозы производится в настоящее время по сульфатному методу. Несмотря на довольно совершенную технологию, потери серы в окружающую среду (в виде диоксида серы, сероводорода, метилсернистых соединений) заставляют этот способ производства считать экологически неблагополучным. В качестве альтернативного решения рассматривается делигнификация пероксокомплексами [1, 2]. В частности, согласно патенту [3], делигнификацию растительного сырья проводят в системе $H_2O_2$–$H_2O$–AcOH–AcOOH–*Cat*.

Однолетние растения во все большем масштабе вовлекаются в химическую переработку, в том числе для производства технической целлюлозы, как возобновляемое сырье с коротким периодом ротации. Эксперименты подтвердили возможность переработки пшеничной соломы

по разным вариантам пероксидной делигнификации с получением волокнистых полуфабрикатов приемлемого выхода и качества [2].

Основное количество соломенной целлюлозы потребляется в беленом виде в композиции с древесной целлюлозой для производства писчей и печатной бумаги средних и высших сортов. Отбеливается соломенная целлюлоза значительно легче, чем хвойная сульфатная. Высокая степень белизны может быть достигнута двухступенчатой гипохлоритной отбелкой, но при этом отмечается значительное ухудшение прочностных свойств [4].

Эксперименты показали, что пероксидная (перуксусная) целлюлоза может быть эффективно отбелена пероксидом водорода в щелочной среде в одну ступень при значительно более «мягких» условиях (при более низкой температуре), чем сульфитная и сульфатная древесная целлюлоза.

Солому пшеницы *Triticum sp*., заготовленную по окончании вегетационного периода, делигнифицировали при температуре 98 °С смесью ледяной уксусной кислоты и пергидроля в соотношении соответственно 65:35 (по объему) с добавлением каталитических количеств вольфрамата натрия. Результаты варки: выход целлюлозы из сырья 55,7 %; непровар отсутствовал; массовая доля лигнина в целлюлозе 4,37 %; белизна 76,9 %.

Отбелку целлюлозы проводили в одну ступень пероксидом водорода при pH 10,5 и концентрациях волокнистой массы 10 %, гидроксида натрия 0,50 %, силиката натрия 4,0 %. В качестве переменных условий отбелки выбрали наиболее значимые факторы на основании априорной информации и результатов предварительных опытов: температуру отбелки $X_1$ (интервал варьирования 40…50 °С), начальную концентрацию пероксида водорода $X_2$ (0,5…1,5 %) и продолжительность процесса $X_3$ (30…90 мин). Переменные факторы варьировали в соответствии с планом эксперимента Бокса второго порядка (14 режимов) [5]. Результаты отбелки характеризовали двумя выходными параметрами: белизной по ГОСТ 30113 ($Y_1$, %) и химическими потерями ($Y_2$, %) целлюлозы; их зависимости от переменных факторов отбелки аппроксимировали уравнениями регрессии второго порядка.

Увеличение каждого из включенных в исследование факторов сопровождается снижением выхода беленой целлюлозы из-за удаления, главным образом, остаточного лигнина, а также небольшой части углеводов. Между белизной и химическими потерями целлюлозы установлена вполне объяснимая отрицательная корреляционная связь. С ужесточением условий отбелки увеличивается положительный эффект – повышение белизны, но одновременно растет и отрицательный эффект – потери целлюлозы вследствие химической деструкции. Следовательно, задача оптимизации процесса является компромиссной и сводится к отысканию в пределах изученного факторного пространства таких условий отбелки, при которых может быть достигнута требуемая белизна при минимальных потерях целлюлозы. В терминах теории оптимизации эта задача квадратичного программирования формулируется следующим образом:

$\hat{Y}_2 \to \min$ (целевая функция);

$\hat{Y}_1 \geq 89$ % (ограничение другого выходного параметра);

$40 \leq X_1 \leq 50$°С; $0{,}5 \leq X_2 \leq 1{,}5$%; $30 \leq X_3 \leq 90$ мин (ограничение области поиска в пространстве факторов).

Ограничение белизны величиной 89 % продиктовано требованием ГОСТ 28172 «Целлюлоза сульфатная беленая из смеси лиственных пород древесины», марка ЛС-0 (высший и первый сорта). Целлюлоза из пшеничной соломы по размерам волокон и прочностным свойствам близка к целлюлозе из мягколиственных пород древесины (березы, осины) и может применяться для тех же целей, что и лиственная целлюлоза.

Решение задачи:

$$X_1 = 40\,°\text{C};\quad X_2 = 1\,\%;\quad X_3 = 63 \text{ мин};$$

$$\hat{Y}_1 = 89\,\%;\quad \hat{Y}_2 = 5{,}7\,\%.$$

**Выводы**

1. Небеленая пероксидная целлюлоза из пшеничной соломы по степени белизны соответствует древесной полубеленой сульфитной целлюлозе, превосходит сульфатную полубеленую целлюлозу и может найти применение в производстве некоторых видов бумаги и картона.

2. Возможна отбелка пероксидной соломенной целлюлозы до высокой белизны пероксидом водорода в одну или две ступени по обычной технологии.

**Список литературы**

1. Пен Р.З., Бывшев А.В., Полютов А.А. Делигнификация растительного сырья пероксидом водорода: экологический аспект // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – Вып. 4. – С. 278–280.

2. Полютов А.А., Пен Р.З., Бывшев А.В. Технология целлюлозы: экологически чистое производство. – Красноярск: Красноярский писатель, 2012. – 294 с.

3. Способ получения волокнистого полуфабриката для изготовления бумаги / С.И. Суворова, Р.З. Пен, Е.Б. Мельников, М.О. Леонова, А.В. Бывшев, Е.Ю. Беляев // Патент РФ № 2042004, заявл. 25.12.93, опубл. 20.08.95. Бюл. № 23.

4. Непенин Н.Н., Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. В 3-х томах. Т. 3. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы. – 2-е изд., перераб. – М.: Экология, 1994. – 592 с.

5. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics. – Красноярск: Кларетианум, 2003. – 248 с.