

ных технологий мало внимания уделяется вопросам информационной безопасности.

В настоящее время в нашей стране применяется технология WiMAX для фиксированного доступа - стандарт IEEE 802.16-2004, а также новая технология WiMAX – технология беспроводной связи мобильного доступа – стандарт IEEE 802.16e («мобильный WiMAX»). Наиболее защищенной с точки зрения информационной безопасности является технология WiMAX стандарта IEEE 802.16e.

Данная статья посвящена описанию одного из методов безопасного применения технологии «мобильного WiMAX».

В основе функционирования технологии WiMAX лежит взаимодействие базовой станции (БС) и абонентских станций (АС). Взаимодействие станций заключается в обмене информацией следующего характера: данные для установления сеанса связи, данные для обеспечения аутентификации, собственно полезная информация, различные служебные сообщения.

Одним из существенных недостатков стандарта IEEE 802.16-2004 является отсутствие взаимной аутентификации БС и АС. Разработчики IEEE 802.16e постарались исправить этот недостаток, поэтому спецификация «мобильного WiMAX» позволяет применять схему аутентификации станций с использованием сервера аутентификации [1].

Наиболее надежной является схема аутентификации на основе протокола RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service), роль сервера аутентификации выполняет так называемый RADIUS-сервер. Не будем заострять внимание на пояснение процедуры аутентификации – по этому вопросу много документации, остановимся на одной из важных проблем информационной безопасности.

При обмене сервера RADIUS и АС используются пакет, содержащий поле *Response Authenticator*. Это поле используется для проверки достоверности сторон, участвующих в обмене информацией. Для вычисления этого поля инициатор сообщения должен знать секретный код сервера RADIUS. Значение *Response Authenticator* формируется алгоритмом шифрования MD5 (MD5-свертка), на вход которого поступает информация, содержащая требуемые аутентификационные данные и секретный код сервера RADIUS [2].

Важно то, что в отличие от другой информации сервера RADIUS, только в поле *Response Authenticator* используется секретный код сервера RADIUS.

Таким образом, злоумышленник, перехвативший пакет с полем *Response Authenticator*, используя средства подбора па-

рольной информации может вычислить значение секретного кода сервера RADIUS. Нужно заметить, что по умолчанию один и тот же секретный код сервера RADIUS может использоваться в течении месяца, причем для многих АС. Значит, злоумышленник имеет шансы на дальнейшее проведение атаки.

Негативным моментом, с точки зрения информационной безопасности, является то, что секретный код сервера RADIUS используется для генерации ключей шифрования информации АС и БС, например РМК (Pairwise Master key – основной парный ключ) [3]. РМК - обновляемый симметричный ключ, владение которым означает разрешение на доступ к среде передачи данных в течении сессии. Для каждого сеанса связи между АС и БС создается новый РМК. В свою очередь, ключ РМК используется для генерации других ключей, которые применяются непосредственно для шифрования трафика между станциями в данной сессии.

Таким образом, злоумышленник зная секретный код сервера RADIUS, может вычислить РМК, а затем может получить доступ к информации, передаваемой между станциями.

Для обеспечения безопасного применения данной технологии, необходимо предпринять ряд мер: исключить или затруднить возможность перехвата трафика в корпоративной беспроводной сети; передавать трафик сервера RADIUS по туннелю на основе протокола IPsec (к сожалению, немногие продукты поддерживают такую возможность); административными мерами сформировать сложный секретный код сервера RADIUS для каждого беспроводного клиента и регулярно обновлять его.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Trung Nguyen. A survey of WiMAX security threats. 2009.
2. Вишневецкий В.М. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. М., 2009.
3. IEEE Std 802.16e™-2005 and IEEE Std 802.16™-2004/Cor1-2005. NY., 2006

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ ИЗ СУСПЕНЗИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ДЕКАНТАЦИЕЙ

Субочева М.Ю., Леонтьева А.И., Дегтярев А.А.  
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет»  
Тамбов, Россия

Основным качественным показателем пигментов и красителей является колористиче-

ская концентрация, зависящая от многих факторов одним из которых является присутствие водорастворимых солей в составе паст готового продукта, образующихся в результате синтеза. Удаление водорастворимых примесей один из путей повышения качественных показателей пигментов.

Из всего многообразия методов удаления водорастворимых солей из осадков можно выделить следующие: репульпация, промывка на фильтре, декантация.

Декантация является одним из самых простых и бережных к структуре кристаллов пигмента методов очистки, суть которого заключается в разделении твердой и жидкой фаз отстаиванием.

С целью определения количества циклов отмывки для достижения заданной концентрации водорастворимых солей в пасте пигмента была разработана математическая модель процесса удаления водорастворимых солей из суспензии органических пигментов.

При разработке математической модели принимаем следующие допущения: масса водорастворимых солей мала по сравнению с массой воды и твердых частиц; за время цикла (перемешивания с отстаиванием) градиентом концентрации водорастворимой соли в объеме суспензии пренебрегаем; характер зависимости, связывающей равновесные концентрации водорастворимых солей в пасте и растворе, линейный; объем пасты во всех циклах про-

мывки постоянен; пигмент представляет собой шарообразную частицу радиусом  $r_0$ .

Суспензии и осадки пигментов и красителей проявляют электрокинетические свойства, которые оказывают влияние на процессы удаления водорастворимых солей [1-3]. Мелкие частицы твердой фазы (пигмента) размером в несколько микрон и менее несут на себе электрический заряд относительно окружающей их водной дисперсионной среды [4], который возникает в результате избирательной адсорбции ионов одного определенного знака, ионизации поверхности или за счет адсорбции на поверхности полярных молекул [2]. Возникающая таким образом система пространственно разделенных зарядов на границе раздела фаз (пигмент-раствор (полярная жидкость)) представляет собой двойной электрический слой [3,4]. Комплекс – частичка пигмента в дисперсионной фазе с окружающим его двойным электрическим слоем представляет собой мицеллу. Агрегат, находящийся внутри мицеллы, представляет собой твердую фазу (частица пигмента), ядро мицеллы составляют пигмент с потенциалопределяющими ионами, состоящими из ионов хлора  $Cl^-$ . Ядро в совокупности с адсорбционным слоем образуют частицу, которая окружена диффузионным слоем. Поэтому состав мицеллы можно представить следующим образом:



где  $n$  – число молекул пигмента;  $m$  – число потенциалопределяющих ионов хлора;  $x$  – число ионов натрия в адсорбционном слое.

Количество водорастворимой соли на поверхности ядра мицеллы складывается из

количества противоионов водорастворимой соли в адсорбционном слое и диффузионном слое мицеллы:

$$V = V_{ад} + V_{диф} \quad (1)$$

где  $V$  – количество водорастворимых солей на поверхности ядра мицеллы, кмоль;  $V_{диф}$  – количество водорастворимых солей в диффузионном слое мицеллы, кмоль;  $V_{ад}$  – количество

водорастворимых солей в адсорбционном слое мицеллы, кмоль.

В диффузионном слое количество противоионов водорастворимой соли на поверхности частицы в мицелле в интегральной форме:

$$V_{диф} = 4\pi \int_{r_1}^{r_3} C \cdot r^2 \cdot dr \quad (2)$$

где  $C$  – концентрация противоионов в диффузионной области, кмоль/м<sup>3</sup>;  $r$  – расстояние от поверхности частицы пигмента, м;  $r_1$  – граница слоя адсорбции, м;  $r_3$  – граница диффузионного слоя, м.

В адсорбционном слое количество противоионов водорастворимой соли на поверхности ядра в мицелле с учетом максимально возможного количества противоионов:

$$v_{ад} = \frac{4\pi r_0^2}{S_{мол}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{C_p} \cdot e^{\frac{\Delta\mu + z \cdot F \cdot \phi_0}{2} \left(1 + e^{\frac{\delta}{\lambda}}\right)}} \quad (3)$$

где  $r_0$  – радиус ядра мицеллы, м;  $S_{мол}$  – площадь занимаемая одним противоионом, м<sup>2</sup>;  $\Delta\mu$  – изменение химического потенциала вещества при переходе из раствора в адсорбционный слой, Дж/моль;  $\phi$  – разность потенциалов в данной точке и в объеме жидкости (на «беско-

нечном» удалении от поверхности), Дж/Кл;  $\lambda$  – толщина диффузионного слоя, м;  $\delta$  – толщина слоя адсорбции, м;  $F$  – постоянная Фарадея, Кл;  $z$  – заряд ионов.

Подставим в уравнение (1) уравнения (2)–(3):

$$v = 4\pi \cdot C_p \cdot \int_{r_0}^{r_0 + \lambda} e^{-\frac{F \cdot z \cdot \phi}{R \cdot T}} \cdot r^2 \cdot dr + \frac{4\pi r_0^2}{S_{мол}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{C_p} \cdot e^{\frac{\Delta\mu + z \cdot F \cdot \phi_0}{2} \left(1 + e^{\frac{\delta}{\lambda}}\right)}} \quad (4)$$

где  $R$  – газовая постоянная, Дж/(моль·К);  $T$  – абсолютная температура, К.

Материальный баланс по количеству водорастворимой соли для процессов отстаивания и декантации, которое складывается из количества водорастворимой соли на твердом материале (пигменте) и в растворе составит:

$$V_c = V_{пигмент} + V_p = N_{ч.п.} \cdot v_{ч.п.} + C_p^0 \cdot V_n \cdot (1 - v_{пигмент}) \quad (5)$$

где  $V_c$  – общее количество водорастворимых солей в суспензии пигмента, кмоль;  $V_p$  – количество водорастворимых солей в растворе, кмоль;  $V_{пигмент}$  – количество водорастворимых солей во всем объеме пигмента, кмоль;  $v_{ч.п.}$  – количество водорастворимых солей на поверхности одной частички пигмента, кмоль;  $V_n$  – объем пасты, м<sup>3</sup>;  $N_{ч.п.}$  – количество частиц пигмента, шт/м<sup>3</sup>;  $v_{пигмент}$  – объемная доля пигмента в пасте.

Полученный слой пасты после декантации доводится до объема исходной суспензии  $V$  м<sup>3</sup> путем добавления воды в качестве растворителя, следовательно, объем внесенной воды в пасту составит  $(V - V_n)$  м<sup>3</sup>.

При этом количество водорастворимой соли не изменилось, объем пасты остался постоянным, объем воды в растворе увеличился на  $(V - V_n)$ .

Следовательно, материальный баланс процесса разбавления пасты растворителем (водой) можно записать в виде:

$$V_p = (1 - \phi_{пигмент}) \cdot V_n + (V - V_n) = V - v_{пигмент} \cdot V_n \quad (6)$$

где  $V$  – объем исходной суспензии, м<sup>3</sup>;  $V_p$  – объем раствора, м<sup>3</sup>.

Концентрация водорастворимых солей в растворителе (вода) становится равной  $C_p^1$ , когда количество вещества этих солей не изменяется

Концентрация водорастворимых солей в растворителе (вода)  $C_p^1$  находится итерацион-

ным путем (методом последовательных приближений).

1-ое приближение формируется из предположительного разбавления только раствора.

1-ый итерационный шаг. Находим концентрацию соли в растворе  $C_p^1$  при первом разбавлении исходя из концентрации соли в исходном растворе (декантате)  $C_p^0$  и объемов исходной суспензии  $V$  м<sup>3</sup> и пасты  $V_n$  м<sup>3</sup>:

$$C_p^1 = C_p^0 \cdot \frac{V_n}{V} \quad (7)$$

где  $C_p^i = C_p$  – мольная концентрация водорастворимых солей в растворителе, кмоль/м<sup>3</sup>.

Рассчитываем количество водорастворимых солей на поверхности пигмента:

$$V_{\text{пигмент}} = N_{\text{ч.п.}} \cdot v_{\text{ч.п.}} \quad (8)$$

Где количество одной частицы пигмента  $V_{\text{ч.п.}}$  определяем по уравнению (4).

2-ой итерационный шаг. Находим концентрацию соли в растворе  $C_p^1$  при первом

разбавлении исходя из количеств водорастворимых солей в суспензии пигмента и на поверхности пигмента при первом разбавлении:

$$C_p^1 = \frac{V_c - v_{\text{пигмента}}}{V_p} = \frac{V_c - N_{\text{ч.п.}} \cdot v_{\text{ч.п.}}}{V - v_{\text{пигмента}} \cdot V_n} \quad (9)$$

Процесс последовательных приближений для уравнений (7)–(9) проводится до момента, когда разницы между итерациями для  $C_p^1$  рассчитываемое по уравнению (7) и  $C_p^1$  – по уравнению (9) не превысит заданное число.

Концентрация водорастворимых солей в растворе и на поверхности пигмента не изме-

няется, изменяется объем раствора за счет декантации, и следовательно общее количество солей, тогда материальный баланс процесса отстаивания суспензии и декантации дисперсионной фазы (раствора) можно записать:

$$V_c = v_{\text{пигмент}} + v_p = N_{\text{ч.п.}} \cdot v_{\text{ч.п.}} + C_p^1 \cdot V_n \cdot (1 - v_{\text{пигмент}}) \quad (10)$$

Эти данные используем для следующего процесса разбавления. Расчет повторяем пока концентрация  $C_p^i$  примет значение меньше либо равно требуемой.

Предложенная методика позволяет рассчитать технологические параметры процесса удаления водорастворимых солей из суспензий азопигментов методом декантации и отстаивания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малиновская, Т.А. Разделение суспензий в промышленности органического синтеза / Т.А. Малиновская. – М.: Химия, 1972. – 320 с.
2. Лукомский, Ю.Я., Гамбург, Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии: учебник / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург – М.: ИД Интеллект, 2008. – 424с.
3. Дамаскин, Б.Б., Петрий, О.А. Введение в электрохимическую кинетику / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. 2 изд., – М.: Высшая школа, 1983. – 400 с.
4. Захарченко, В.Н. Коллоидная химия: учебник для вузов / В.Н. Захарченко – М.: Высшая школа, 1989. – 238 с.

#### ПОИСК В ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЕ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ НОБЕЛИСТИКИ

Тявкин И.В., Тютюнник В.М.  
Тамбовский филиал Московского государственного университета культуры и искусств  
Тамбов, Россия

Идея создания виртуального музея нобелистики возникла у одного из авторов еще в 90-е годы, затем она постепенно приобрела реальные технологические очертания, изложена на конференции в 2005 г. [1], в 2008 г. получено свидетельство на программный продукт “Виртуальный музей нобелистики” (ВМН) [2]. Реализованный в настоящее время вариант ВМН состоит из двух подсистем: виртуальные туры и информационно-поисковая система (ИПС) [3-5]. ВМН предоставляет пользователю возможность посетить виртуальный тур, посвященный лауреатам Нобелевских премий и выполнить поиск интересующей информации. Главная форма ИС (рис. 1) состоит из текстового поля, позволяющего получить пользова-