

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В ДОРОЖНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Проведен анализ содержания учебной дисциплины "Физическая химия в дорожном материаловедении", на основании опыта преподавания высказаны предложения по совершенствованию ее программы и методики изложения.

Учебная дисциплина, название которой вынесено в заголовок, рекомендована УМО транспортных вузов для студентов специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы. Типовая программа дисциплины (составители ее не указаны) оставляет желать лучшего как в отношении содержания и компоновки разделов, так и в отношении формулировок предмета изучения, целей и задач курса, требований к уровню усвоения материала студентами.

Прежде всего, вызывает сомнение название дисциплины и рекомендуемое место ее в учебном плане. В программе акцентируется внимание не на материаловедении, а на технологии производства дорожно-строительных материалов (ДСМ). Конечно, физическая химия – фундамент любой материаловедческой и технологической учебной дисциплины [1]. Можно сказать, что материаловедение (а тем более технология) есть не что иное, как прикладная физическая химия. Но в данном случае фундамент рекомендуется закладывать в 9 семестре, а само здание (материаловедение и технология ДСМ) строится значительно раньше.

Кроме того, знакомство с учебным планом специальности показывает, что базовый ("общенаучный") курс физической химии в нем не предусмотрен. Вероятно, по этой причине неясен и предмет рассматриваемой общепрофессиональной дисциплины. Например, относится ли к физической химии часто упоминаемая в программе гранулометрия (фракционный состав и упаковки частиц в смесях)?

Одни и те же явления и процессы фигурируют часто в нескольких разделах программы при отсутствии общего определения понятий. Например, есть разделы "Реологические особенности композиционных строительных материалов" и "Реология строительных смесей". При ближайшем рассмотрении оказывается, что в обоих разделах речь идет о строительных смесях, в основном, бетонных. При этом ни в одном из разделов не определены фундаментальные понятия и предмет реологии. Нет представлений о реологии и в программе предшествующих курсов: "Дорожно-строительные материалы" и "Основы технологии дорожно-строительных материалов". (Вопрос об отношении реологии к физической химии обсуждается здесь ниже).

Отсутствие системного подхода к построению программы приводит к появлению таких вопросов, которые не только не относятся к физической химии, но и непонятно, для чего их изучать будущим строителям-дорожникам. Например, в разделе "Особенности производства вязких дорожных битумов" упоминается "гидродинамика барботажного процесса в реакторе" (при окислении битумов).

Опыт преподавания данного курса по указанной программе показал, что студенты плохо усваивают материал, главным образом, из-за отсутствия у них общих физико-химических представлений о дисперсных системах, поверхностных явлениях, кинетике гетерогенных процессов и др. По курсу практически нет учебной литературы. Часть вопросов приходится выбирать из учебников по ДСМ [2,3]. Иные упоминаемые программой литературные источники или устарели [4], или не являются учебными пособиями [5], или представляют собой малотиражные издания [6].

Наиболее целесообразно было бы включить все вопросы физической химии в курсы материаловедения и технологии, как это сделано, например, у нас для студентов-строителей общего профиля [7]. Учитывая, что во всех УМО, по-видимому, преобладает тенденция не к объединению, а к дроблению учебных дисциплин, мы лишь перенесли рассматриваемый курс так, что его изучение проходит одновременно с освоением студентами дисциплин "ДСМ" и "Основы технологии ДСМ".

Мы изменили компоновку программы курса при сохранении ее основного содержания, более четко выделили общие физико-химические понятия, устранили разноречивую терминологию. Ниже приводятся разделы предлагаемой программы курса и краткие комментарии к ним.

1. Физико-химия дисперсных систем. Особенности дисперсных систем – дорожно-строительных материалов.

Раздел начинается с термодинамических понятий: система, компонент, фаза, дисперсная система. Приводится классификация дисперсных систем по размерам частиц (коллоидные, грубодисперсные), по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Рассматривается структурообразование в дисперсных системах, явления коагуляции, тиксотропии, пептизации, синерезиса. Предметом изучения являются системы, имеющие отношение к дорожно-строительным материалам: цементное тесто и камень, битумы, битумные эмульсии. Разбираются вопросы фазового состава, микро- и ультрамикроструктуры различных материалов (если эти вопросы не затрагивались в курсе ДСМ).

2. Поверхностные явления в материалах. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), их роль в технологии ДСМ.

Раздел начинается с основ термодинамики поверхностных явлений. Далее рассматриваются смачивание, капиллярные явления, адгезия, сорбция и роль этих явлений в дорожно-строительных материалах. Центральный вопрос раздела – физико-химия ПАВ и многочисленные случаи их использования в технологии ДСМ.

3. Физико-химические теории прочности и разрушения строительных материалов.

Начало раздела – классическая теория влияния микродефектов на прочность (теория Гриффита), где вводятся такие фундаментальные понятия, как концентрация напряжений и критическая длина трещины. Конечно, если есть возможность, лучше излагать эту классику в курсе ДСМ, тем более, что вряд ли можно отнести ее к физхимии.

Важнейшая часть раздела для дорожников – кинетика разрушения. Формула С.Н. Журкова вводит понятие энергии активации процесса разрушения, после чего появляется возможность подробно рассмотреть влияние условий среды на время жизни материала под нагрузкой. Как известно, влага – мощный фактор разрушения материала. Поэтому целесообразно показать влияние влаги во всех аспектах: растворение аморфных прослоек между кристаллами, возникновение напряжений вследствие различного набухания составных частей материала, ослабление материала вследствие давления влаги на стенки пор, эффекты П.А. Ребиндера и Б.В. Дерягина, механически стимулированный гидролиз (МСГ) по В.А. Берштейну. Теория МСГ имеет особое значение: она дает недостающее звено в картине разрушения нагруженного материала под действием влаги независимо от пористости. Все начинается с химических процессов окисления и гидролиза, усиленных влиянием нагрузки. Возникающие молекулярные дефекты на поверхности приводят постепенно к появлению микротрещины. Слияние микротрещин ведет к магистральной трещине и разрушению.

Другая часть данного раздела – представления о прочности композиционных строительных материалов (КСМ) в соответствии с полиструктурной теорией В.И. Соломатова. Здесь особенно хорошо проявляется основная идея материаловедения: взаимосвязь свойств материала с его структурой. Поскольку из полиструктурной теории вытекают идеи расчета состава КСМ и некоторые принципы технологии, то выявляется влияние состава и технологии на структуру материала. Сюда хорошо "вписывается" и упомянутая выше гранулометрия.

4. Реология строительных смесей и материалов.

По Г. Кунносу различают макрореологию (формальную реологию) и микрореологию. Последняя имеет своим предметом течение дисперсных систем. Микрореология может быть отнесена к физической химии. Здесь рассматривается вязкость дисперсных систем, начиная с классической формулы Эйнштейна и заканчивая приводимой в коллоидной химии кривой течения структурированных систем. Важнейшие понятия – ньюто-

новская и структурная вязкость, предельное напряжение сдвига, пластическое течение, дилатансия. Нетрудно показать значение вязкостных свойств в технологии бетонов, асфальтобетонов, полимерных материалов.

Для аморфных твердых тел и нетекучих дисперсных систем (к ним относятся, например, затвердевшие бетоны, асфальтобетоны, пластмассы и др. материалы) большое значение имеют явления ползучести и релаксации напряжений. Их невозможно рассмотреть без реологических моделей материалов. Поэтому необходимо ввести основные понятия формальной реологии, если они не были даны в курсе ДСМ.

5. Физико-химические основы материаловедения и технологии материалов на неорганических вяжущих.

Основной предмет изучения в этом разделе – термодинамика и кинетика реакций гидратации и гидролиза вяжущих, прежде всего, минералов портландцементного клинкера.

Важно показать студентам сущность гидравлического твердения, донести совершенно новые для них представления о диффузионной кинетике и топохимической стадии гидратации. В противном случае, будущий специалист никогда не будет понимать, почему и как твердеет цемент, почему влага способствует твердению цемента, почему прочность цементного камня может увеличиваться в течение нескольких лет. Здесь же можно объяснить влияние химических добавок на процессы гидратации и свойства цементного камня и бетона.

Теория схватывания и твердения цемента (по А.А. Байкову и П.А. Ребиндеру) – необходимая составная часть этого раздела – показывает, что процессы гидратации тесно связаны со структурообразованием, рассмотренным в первом разделе курса. В результате твердения образуется цементный камень сложной микроструктуры ("микробетон" – по Юнгу).

Здесь можно также вспомнить процессы получения цемента из курса технологии и обосновать технологические параметры процессов – температуру обжига, скорость охлаждения клинкера и др.

6. Физико-химические основы материаловедения и технологии битумов и асфальтобетонов.

Излагается сущность процессов нефтепереработки с целью получения битумов (атмосферная и вакуумная перегонка, крекинг, селективная очистка, деасфальтизация, окисление гудрона), особенности битумов, полученных в этих процессах.

Другой аспект раздела – физико-химические процессы взаимодействия битумов с минеральным материалом в асфальтобетоне, процессы при приготовлении, укладке и уплотнении асфальтобетона (теоретическая технология асфальтобетона). Поскольку качество асфальтобетона определяется структурно-реологическим состоянием асфальтобетонной смеси, которое, в свою очередь, зависит от состава битума, температуры укладки, гранулометрического состава минеральной части, наличия добавок и других факторов, в этом разделе используются сведения почти из всех предыдущих разделов курса.

7. Физико-химические методы оценки состава и структуры материалов.

Этот раздел отсутствует в типовой программе рассматриваемой дисциплины, а в курсе материаловедения на него обычно не хватает времени. В связи с тем, что в нашей программе предусмотрен лабораторный практикум, ценность названного раздела возрастает. Здесь можно познакомиться не только со стандартными, но и другими методами испытаний и исследования материалов. Можно объяснить студентам основы электронной микроскопии, петрографического, рентгенофазового, дифференциально-термического, спектрального и других методов анализа материалов.

Как уже отмечено в разделах программы, многие физико-химические вопросы должны быть рассмотрены в курсе ДСМ и технологии ДСМ. В противном случае эти дисциплины потеряют важный признак вузовского курса – фундаментальность.

Из приведенной программы следует, что многие вопросы не относятся к физической химии, и в то же время без них невозможно глубоко понять материаловедение и технологию материалов. Это углубление в теорию материаловедения и осмысление тех-

нологических процессов на основе различных фундаментальных знаний. Поэтому все-таки не хотелось бы вводить студентов в заблуждение и называть курс физической химией.

Опыт работы по предложенной программе с постановкой лабораторных работ свидетельствует о повышении интереса студентов к дисциплине и, как следствие, к улучшению усвоения основных положений курса.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Зверев В.М.** Физическая химия и ее роль в образовании инженеров-нехимиков. – Труды ППИ, № 2. 1998. - С.213-217.
2. **Горелышев Н.В., Феднер Л.А., Быстров Н.В.** Дорожно-строительные материалы: Учебное пособие. – М.: Издательский центр "Академия", 2003.
3. **Грушко И.М., Королев И.В. и др.** Дорожно-строительные материалы: Учебник. – М.: Транспорт, 1992.
4. **Колбановская А.С., Михайлов В.В.** Дорожные битумы. – М.: Транспорт, 1973.
5. **Урьев Н.Б.** Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов. – М.: Химия, 1988.
6. **Краснов А.М.** Физико-химические основы технологии дорожно-строительных материалов: Учебное пособие. – Йошкар-Ола: Изд. Марийского политехнического института, 1993.
7. **Андреев В.Н., Зверев В.М., Мельков Б.Н.** Материаловедение: Учебное пособие для студентов строительных специальностей. – СПб.: Изд. СПбГПУ, 2004.

С.А. КИЛЬЧЕВСКИЙ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В статье рассмотрены проблемы размещения и утилизации твердых бытовых отходов

Переработка и утилизация отходов для города Пскова является сложной экологической, технологической и экономической проблемой. Эта опасность затрагивает все стадии обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО), начиная с их сбора и транспортировки и кончая подготовкой к использованию утильных компонентов и уничтожением или захоронением неиспользуемых фракций.

К твердым бытовым отходам (ТБО) относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, зрелищных, спортивных и других предприятиях (включая отходы от текущего ремонта квартир), отходы от отопительных устройств местного отопления, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий, и крупногабаритные отходы [1].

Основной проблемой реформирования жилищно-коммунального хозяйства является перевод его на полную самоокупаемость. Основными направлениями работ по решению данной проблемы являются:

- внедрение комплексной механизации санитарной очистки городов; повышение технического уровня, надежности, снижение металлоемкости по всем группам машин и оборудования;
- двухэтапная система транспортировки отходов;
- максимально возможная утилизация, вторичное использование;
- экологически безопасная переработка и складирование оставшейся части отходов;
- развитие рынка вторичного сырья и ее продукции;
- поощрительная налоговая, кредитная и амортизационная политика в области обращения с твердыми бытовыми отходами;
- внедрение системы государственного учета и контроля сбора, транспортировки, обезвреживания и складирования ТБО;
- оптимизация тарифов сбора, транспорта и утилизации ТБО;
- снижение стоимости услуг для населения и повышение эффективности системы управления ТБО.