ущерба для конструкции транспортного средства; индикаторы на лобовом стекле, безопасно предоставляющие информацию для водителей.

- Антенна, нанесённая на стекло печатным способом
- Встроенная в стекло антенна цифрового телевидения
- Стекло с отображением информации

Стекло - постоянно эволюционирующий материал. Оно является самым широко применяемым материалом в быту, строительстве, на транспорте благодаря своим уникальным качествам: прозрачности, твердости, химической устойчивости к активным химическим реагентам, относительной дешевизне производства. Без него невозможно изготовить оптические приборы, телевизоры, космические корабли и др. Несмотря на успехи в создании новых материалов широкого назначения, неорганические стекла после камня, бетона, металла прочно занимают одно из главных мест среди используемых в практике. Не вызывает сомнения, что развитие исследований в области стеклянных инноваций будут продолжаться, однако для этого необходимы все более современные оборудования, высокотехнологические продукты, широко квалифицированные кадры и, конечно же, время.

1. Обзор СМИ. Новые разработки в оконной индустрии/ Обзор СМИ// Энергосовет, 2012 — № 4(23) — с.67–73.
2. AGC Automotive [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agc-automotive.com/en/about-agc/> (дата обращения: 1.11.2017)

Иванов Ю.В., Иванов О.Ю., Кельдышев Д.А., Саранин В.А
Инженерно-технические направления использования физических свойств
гидрогелей

*Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко,
МБОУ "Физико-математический лицей"
(Россия, Глазов)*

doi:10.18411/spc-12-12-2017-13
idsp: 000001:spc-12-12-2017-13

Аннотация

Рассмотрены направления использования физических свойств гидрогелей для решения различных инженерно-технических задач.

Ключевые слова: гидрогели, физика, робототехника.

Abstract

The directions for use physical properties of hydrogels for solving various engineering and technical problems are considered.

Keywords: hydrogel, physics, robotics.

В последние годы в развитие технологий позволило получать большое число различных полимеров. Одним из быстро развивающихся направлений в этой области связано с полимерными гидрофильными гелями (гидрогелями). Этот вид полимерных гелей обладает сверхвысокой, по сравнению с другими материалами, способностью к адсорбции воды, водных растворов, и других веществ. Они биологически неактивны, имеют плотность близкую к плотности человека. Эти свойства полимерных гелей активно используются как влагопоглощающие наполнители (хирургические салфетки, стельки и др.). Они нашли широкое применение в химической промышленности при осушке газов, для разделения смесей [3]. В сельском хозяйстве гидрогели используются для получения влагоудерживающего грунта. Гидрогели используют для осушки

воздуха во влажных помещениях, для осушки добываемого природного газа, для удаления воды из масел, их также используют в качестве влагопоглотителей в станках, оптических приборах, кожаных изделиях. В медицине гидрогели используют для изготовления линз, также считаются перспективным использование полимерных гелей для создания имплантатов нового поколения. **Гели могут использоваться в качестве носителя для контролируемого выделения лекарств [3].** В последнее время доступность гидрогеля существенно возросла, и сегодня, например, гидрогель для аквагрунта можно купить практически в любом цветочном магазине или заказать через Интернет.

Вместе с тем проведенный нами анализ направлений использования гидрогелей в современном мире показал, что наибольшее распространение получили лишь те области его использования, которые ориентируются на его адсорбционные свойства. Комплексное исследование различных физических свойств гидрогелей практически в современной научной литературе не рассматриваются [6] как из-за большого числа вновь открываемых полимеров, так и из-за относительной ограниченности сферы решения прикладных задач с их использованием. В связи с этим возникает противоречие между нераскрытым потенциалом гидрогеля как современного объекта ноосферы и все возрастающей потребностью современного технологичного мира в использовании новых материалов. Поэтому актуальным является исследование физических свойств гидрогелей, которые в последующем могут быть использованы в технологических процессах и оборудовании.

Нами были проведены исследования физических свойств гидрогелей на основе полиакриламида. В качестве объекта исследования использовались образцы аквагрунта сферической формы. Представим некоторые из результатов проведенных нами исследований, которые позволили определить новые области применения полиакридных гидрогелей для решения инженерных задач.

При изучении механических свойств гидрогелей исследовались процессы деформации гидрогеля, выращенного в воде. Было определено, что деформации такого материала остаются упругими при относительном удлинении $\varepsilon = -0,67$, коэффициент восстановления гидрогеля при ударе: $k = 0,83$. Эти свойства могут применяться в таких устройствах, как механический индикатор изменения уровня жидкости, гидромеханический манипулятор (подъемник), а также в демпфирующих устройствах. Механический индикатор можно использовать в системах автоматического регулирования, в которых учитывается уровень влажности или уровень воды в системе. Существенное изменение объема гидрогеля при адсорбции воды позволяет использовать гидрогели в механических манипуляторах, движение которых можно регулировать изменением объема адсорбируемой воды. Недостаток использования гидрогеля в таких системах обусловлен большим временем адсорбции и десорбции, что ограничивает область его применения. Преимущество использования гидрогелей по отношению обычных жидкостей для заполнения демпфирующих систем состоит в том, что при нарушении герметичности системы можно избежать разлива жидкости, кроме этого гидрогели обеспечивают возможность плавного регулирования степени демпфирования.

Исследования также показали, что сферический образец гидрогеля, помещенный в трубку с внутренним диаметром меньшим диаметра гидрогеля, может обеспечивать высокую степень герметичности для воды и воздуха, что позволяет использовать гидрогель в качестве поршня или клапана в системах невысокого давления. Преимущество такого устройства по отношению к другим материалам состоит в низком коэффициенте трения между поверхностью трубок и запирающим элементом системы, что уменьшает потери энергии систем.

При изучении электрических свойств исследовались электропроводность гидрогеля, выращенного в воде и в растворе кислоты. Исследование показало, что

гидрогель обладает электропроводностью, характерной для электролитов, что вполне объясняется его внутренней структурой[5-7]. Способность проводить электрический ток позволяет использовать его в электрических индикаторах изменения уровня жидкости.

Гидрогели, выращенные в водном растворе кислоты, можно использовать в качестве наполнителя в химических источниках тока. В наших опытах удалось получить гальванический источник тока, в котором в качестве электродов использовались медные и цинковые пластины, между которыми находился гидрогель, выращенный в водном растворе лимонной кислоты. Такой источник позволяет получить напряжение до 1 В, при достаточно компактном размере. На сегодняшний день не удалось решить проблему высокого внутреннего сопротивления источника, однако возможность получить восстанавливаемый источник электрической энергии позволяет считать дальнейшие исследования перспективными.

При изучении оптических свойств гидрогелей исследовались оптические свойства сферических линз на их основе, зависимость показателя преломления гидрогеля от оптической плотности адсорбируемых растворов, влияние ультрафиолетового излучения на гидрогели. В результате было получено, что гидрогели сферической формы способны формировать качественное изображение предметов, и плавно меняют свою оптическую силу при адсорбции раствора сахара в воде. Эти свойства гидрогелей можно использовать в исследованиях, в которых необходимо плавное изменение показателя преломления оптической системы, например, для ее юстировки. Кроме того перспективным можно считать направление использования прозрачных гидрогелей в световодных системах.

Исследование оптических свойств гидрогелей также показало, что при освещении гидрогелей ультрафиолетовым излучением можно наблюдать люминесценцию. Яркость свечения определяется свойствами адсорбируемых веществ, и может изменяться в широком пределе. Это свойство гидрогелей может найти в системах, детектирующих различные излучения.

В заключение следует отметить, что доступность, безопасность и наукоёмкость гидрогелей позволяет использовать их свойства в работе физико-технических кружков и при выполнении ученических проектов[2]. Также перспективным можно рассматривать направление их использования в рамках мобильной лаборатории физики и робототехники [1, 4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Удмуртской Республики в рамках научного проекта №17-16-18017.

1. Иванов Ю.В., Саранин В.А., Кельдышев Д.А. Проблема развития творческих способностей учащихся в условиях сельской школы на основе мобильной лаборатории физики и робототехники // Проблемы школьного и дошкольного образования: Материалы VIII Региональной научно-практической конференции «Достижения науки и практики — в деятельность образовательных учреждений» [Электронное научное издание на компакт-диске]. — Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т им. В.Г. Короленко, 2017. — С.112-114.
2. Иванов Ю.В., Иванов О.Ю. Учебные исследования физических свойств гидрогеля // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Вып. 27. — М.: ИСПО РАО, 2017. — С.75–76.
3. Полимерные гели URL:<http://himtehpolymer.ru/products/poly-gels>
4. Саранин В.А., Кельдышев Д.А., Иванов Ю.В. Применение робототехнических наборов в физических экспериментах // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 9. — С.90-96.
5. Филиппова О.Е. «Умные» полимерные гидрогели // Природа. — 2005. — № 8.
6. Ферапонтов Н.Б., Гагарин А.Н., Струсовская Н.Л., Токмачёв М.Г. Физическая химия полимерных гелей URL: <http://chemgran.ru/fizicheskaya-ximiya-polimernyx-gelej-kurs-lekcij/fizicheskaya-ximiya-polimernyx-gelej-lekciya-4-chto-takoe-geli-gidrofilnyx-polimerov/>
7. Ферапонтов Н.Б., Токмачев М.Г., Гагарин А.Н. Свойства воды в растворах гидрофильных полимеров // Журнал физической химии. — 2009. — Т.83, № 8. — С.1487-1492.