**Механические свойства гранул полисахарида, сшитых ионами**

***Прокопив И.В.***

*Студент, 5 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Физический факультет, Москва, Россия*

*prokopiv@polly.phys.msu.ru*

Объектом изучения в настоящей работе являются гранулы альгината натрия. Данный полимер является солью альгиновой кислоты – неразветвленного сополимера, образованного двумя остатками полиуроновых кислот: D-маннуроновой и L-гулуроновой. Её получают, например, из таких водорослей как Laminaria hyperborea, Laminaria japonica, Sargassum vulgare. Альгинат натрия широко используется в различных отраслях. Так, в пищевой промышленности его используют в качестве стабилизатора и загустителя, например, в производстве кордиалов, а в медицинской - в качестве антацида [1] в средствах от изжоги. Кроме того, альгинат имеет перспективы применения в нефтедобывающей промышленности, где можно использовать магнитовосприимчивые гранулы альгината для создания пробки для контроля водопритоков в скважине [2].

В работе были изучены механические свойства гранул полимера, сшитых разными ионами при фиксированной концентрации сшивок. В результате были получены модули Юнга для каждого вида гранул. Были исследованы закономерности изменения механических свойств гранул при изменении условий их приготовления и состава раствора, в котором они набухают. Было замечено, что при предварительной обработке гранул в растворе NaHCO3, они становятся более пластичными. Показано, что для получения макрогеля с хорошими механическим свойствами для образования пробки необходимы пластические деформации, поэтому были использованы гранулы двух типов: набухшие в растворе NaHCO3 в течение 10 минут и 20 минут. Таким образом получается «цемент и кирпичи», пластичные и упругие гранулы для «строительства» пробок. Известно, что катионы бария связываются с альгинатом прочнее, чем катионы кальция, поэтому для предотвращения полного разрушения гранул, использовался двойной сшиватель – барий и кальций. Было замечено, что с увеличением концентрации бария в растворе сшивателя, растет модуль Юнга гранул. При формировании гранул образуются зоны сшивания, и для набухания необходимо их разрушение. Было рассмотрено влияние скорости сжатия на конечное значение модуля Юнга, так как некоторая часть деформации гранул неупругая.

Получены магнитные гранулы альгината, и изучены их механические свойства после обработки раствором NaHCO3, в котором часть ионов кальция и бария выходит в раствор, дополнительно увеличивая степень набухания гранул. Показано, что при том же числе сшивок барий сшивает альгинат прочнее кальция. Кроме того, было показано, что при уменьшении механических свойств гранул степень набухания остается неизменной, что можно объяснить тем, что в гранулах образуются обширные зоны сшивания. Показано, что с увеличением скорости сжатия гранул, увеличивается и модуль Юнга, так как уменьшается вклад пластических деформаций. Полученные гранулы могут быть использованы для селективной блокировки потоков воды в нефтедобывающей скважине за счет образования макрогелевой пробки в области воздействия магнитного поля.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова*

**Литература**

1. Плотникова Е. Ю. Актуальность антацидов и альгинатов в лечении заболеваний органов пищеварения //Лечащий врач. – 2015. – №. 2. – С. 58-58.
2. O. Philippova, A. Barabanova, V. Molchanov, and A. Khokhlov, “Magnetic polymer beads: Recent trends and developments in synthetic design and applications,” European Polymer Journal, vol. 47, pp. 542–559, 2011.