

УДК 622.765

**Л.А. Попова**

**МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ РЕАГЕНТНОЙ ФАЗЫ  
НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА «ТВЕРДОЕ-ВОДА»  
ПРИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ И СПОСОБЫ  
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЭТОГО ПРОЦЕССА**

*Описан механизм формирования реагентной фазы при флотации углей.*

*Ключевые слова: флотация углей, реагентная фаза.*

**Семинар № 20**

**L.A. Popova  
THE REACTANT PHASE  
FORMATION MECHANISM ON THE  
BORDER LINE OF "SOLID-WATER"  
DURING THE COAL FLOTATION AND  
THE METHODS OF ITS  
INTENSIFICATION**

*The reactant phase formation mechanism during the coal flotation is described.*

*Key words: coal flotation, reactant phase.*

**Т**еоретически наиболее действенным способом ускорения процесса флотации являются повышение скорости взаимодействия на межфазных границах и эффективности действия реагентов. Последнее обстоятельство в значительной мере определяется растворимостью реагентов в воде, их летучестью, интенсивностью взаимодействия молекул реагента друг с другом, а также свойствами угольной поверхности.

В работах по теории флотации при обсуждении основных положений, определяющих результаты флотации, не учитываются метаморфическая трансформация углей, как системы кластеров разной степени развития. Не рассматриваются процессы образования новых границ разделов «твердое-реагент» и «реагент-газ», а

также процессы формирования соответствующих фаз.

В соответствии с существующей теорией поверхностных явлений процесс формирования новой фазы представляет собой систему переходных состояний, которые метастабильны и требуют наличия зародышей как главного фактора резко ускоряющего процесс образования новых фаз.

На большинстве УОФ реагенты подаются во флотомашину в виде водных эмульсий, в которых реагент рассредоточен настолько, что эмульсию можно считать «раствором полимеров», и это тем более оправдано, что молекулы аполярных веществ активно взаимодействуют друг с другом. К настоящему времени теория таких «растворов» строится на основе принципа соответственных состояний.

В рамках этой теории большее возрастание энтропии ( $\Delta S > 0$ ) объясняется тем, что свободный объем при образовании раствора существенно увеличивается для реагента и уменьшается для воды [1], а это означает укрупнение объемов реагента и вытеснения воды в общий объем. Этому процессу содействует низкая растворимость и летучесть реагента. Поскольку вода имеет самое большое поверхностное натяжение

( $\sigma_g = 72,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ ), а  $\sigma$  подавляющего большинства реагентов значительно ниже ( $\sigma_p = (10 \div 50) \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ ), то на поверхности полимерного раствора будет концентрироваться именно реагент.

Таким образом:

1. При адсорбции реагентов на межфазных границах определяющим являются термодинамические параметры, а именно, растворимость в воде, температура среды и летучесть реагента, обуславливающие скорость диффузии и количество зародышей новой фазы.

2. В процессе формирования новых границ раздела «твердое-реагент» (Т-Р) и «реагент-газ» (Р-Г), а также ориентация молекул реагента в монослое определяются соответствием структур макромолекул органической массы углей (ОМУ) и реагента, поскольку именно они обуславливают устойчивость связи, избирательность действия, скорость формирования и структуру новой границы раздела, т.е. эффект гидрофобизации и вспенивающие свойства.

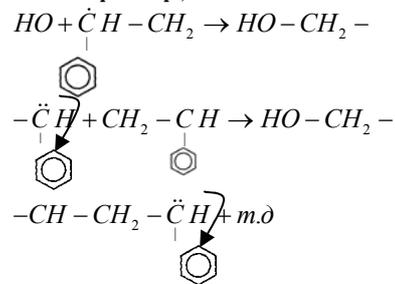
3. Особое значение принимает структура реагентной фазы в связи с тем, что, вследствие резонансного поглощения энергии, молекулы реагента с наибольшей вероятностью будут взаимодействовать друг с другом, создавая полислойные образования в виде капель или бляшек на поверхности ОМУ. Этот процесс можно рассматривать как процесс межфазной поликонденсации. При этом полимер образуется как в результате взаимодействия молекул с молекулами исходных соединений, так и в результате взаимодействия между уже образовавшимися макромолекулами. В случае полислойных капель реагента на поверхности угля имеет место взаимодействие молекул мономера М,

приводящее к образованию макромолекул  $M_n$  по схеме  $nM \rightarrow M_n$

Результаты изучения макромолекулярной структуры углей показали, что практически все активные группы угольной поверхности являются радикалами и подвержены радиационно-химическому возбуждению [2]. Полного переноса заряда при изучении характера межфазных взаимодействий не обнаружено. Это дает возможность утверждать, что полислойные образования реагентов на границе раздела Т-Ж являются следствием радикальной полимеризации (РП), которая носит цепной характер.

В случае изученных различных видов органических соединений теоретически описанными и практически подтвержденными инициаторами таких процессов могут быть ослабленные углерод - углеродная связь, гидроксид воды слабо связанный с поверхностью при гидратации, гидроксил комплексов  $[H_2O]_n$  «ажурной» структуры воды в жидкой фазе, а также гидроскилы, образовавшиеся при подщелачивании вследствие «буферного» эффекта.

Например,

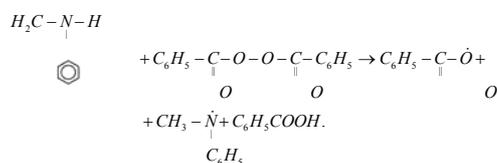


Из вышеизложенного следует, что интенсификация процесса флотации должна иметь целью увеличение скорости покрытия поверхности для усиления эффекта гидрофобизации и уменьшения числа слоев для снижения расхода реагента. Это предполагает введение в процесс реагентов - моди-

фикаторов, состав радикальных групп в которых соответствует составу радикальных групп поверхности, и реагентов – модификаторов, вызывающих прекращение процесса полимеризации при оптимальной толщине покрытия.

Для условий промышленной флотации (при комнатной или пониженной температурах) возможно окислительно-восстановительное инициирование РП. В этом случае можно подобрать растворимые в воде или реагенте пару «окислитель-восстановитель» и, как результат их реакции вызвать образование свободных радикалов. Примером могут быть инициирующее РП в органических средах взаимодействие перекиси бензола с метиламином

Обрыв процесса РП реализуется, как рекомбинация растущих радика-



лов или замена малоактивными радикалами, которые сами не инициируют РП, но способны рекомбинировать с растущими радикалами. К числу таких соединений относятся многие хиноны, ароматические ди- и тринитросоединения, молекулярный кислород соединений металлов переменной валентности [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. – М.: Наука, 1978.
2. Попова Л.А. Теоретические основы интенсификации процесса флотации углей „Горный информационно-аналитический

бюллетень. – М.: МГТУ, 2008, №5. –с 149-154.

3. Багдасарин Х.С. Теория радикальной полимеризации. – М.: Химия. – 1959.

ГИАБ

#### Коротко об авторе

Попова Л.А. – кандидат технических наук, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, mgtu@magtu.ru



РУКОПИСИ,

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ  
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

1. Огородний В.С. Проблемы либерализации российского страхового рынка (689/06-09 — 24.03.09) 20 с.

2. *Бокарев Д.Л.* Эффективность дегазационной подготовки выбросоопасных пластов газо-дренажными скважинами пробуренными из разгружающих полевых выработок (690/06-09 — 31.04.09) 6 с.