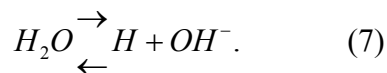


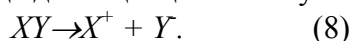
5. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Ядерные излучения, воздействуя на сложные вещества, ионизируют и возбуждают многоатомные молекулы. Энергия возбуждения расходуется на диссоциацию многоатомных молекул, в результате которой у ряда веществ образуются химически активные атомы и радикалы. В облученной воде возникают свободные атомы водорода H и радикалы OH:



Атом водорода — сильный восстановитель. Взаимодействуя с атомами и ионами в растворе, он легко отдает единственный электрон и превращается в положительный ион водорода H⁺. Радикал OH относится к сильным окислителям. При столкновении с ионами и атомами он интенсивно отбирает электрон. В воде возможны столкновения атомов водорода, радикалов и атомов водорода с радикалами. После таких столкновений протекают химические реакции с образованием молекул водорода H₂, воды H₂O и перекиси водорода H₂O₂.

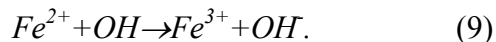
В водных растворах большинства химических соединений происходит диссоциация молекул растворенного вещества на положительные и отрицательные ионы. Обозначим состав молекулы растворенного вещества условно XY. Тогда диссоциация молекулы XY изображается уравнением



Предположим, что валентность атомов X в химических соединениях с атомами Y может быть равна 1 и 2. Следовательно, с атомами Y атомы X могут давать два типа молекул - XY и XY₂. При диссоциации второй молекулы в водном растворе появляются, ионы двухвалентного атома X.

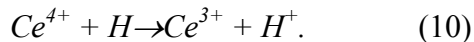
При облучении слабого водного раствора XY происходит в основном диссоциация молекул воды. Радикалы OH, взаимодействуя с ионами X⁺, превращают их в ионы двухвалентных атомов X²⁺, в результате этих процессов изменяются оптические свойства водного раствора, так как ионы X⁺ и X²⁺ поглощают свет неодинаково. Прозрачность облученного и необлученного растворов измеряют спектрофотометром. Прозрачность облученного раствора зависит от концентрации ионов X²⁺, которая пропорциональна дозе излучения. Чтобы найти дозу излучения, сравнивают прозрачность облученного и необлученного растворов, измеренных спектрофотометром.

На этом принципе построена работа ферросульфатного дозиметра. В нем используется раствор солей двухвалентного железа в слабом водном растворе серной кислоты. В необлученном растворе присутствуют положительные ионы двухвалентных атомов железа Fe²⁺. В процессе облучения в растворе происходит накопление положительных ионов трехвалентных атомов железа Fe³⁺. Они образуются в реакциях



Ионы Fe³⁺ интенсивно поглощают световое излучение с длиной волны $\lambda = 3070 \text{ \AA}$. Концентрацию ионов Fe³⁺ в облученном растворе определяют по степени поглощения света с длинами волн вблизи $\lambda = 3070 \text{ \AA}$. В другом методе к облученному раствору добавляют раствор роданистого калия KSCN. После химической реакции между ионами Fe³⁺ и роданистым калием облученный раствор окрашивается в красный цвет. Концентрация ионов Fe³⁺ пропорциональна степени окраски облученного раствора.

Растворы сернокислого церия в слабом водном растворе серной кислоты содержат ион Ce⁴⁺ четырехвалентного атома церия. В облученном растворе ионы Ce⁴⁺ восстанавливаются атомами водорода в ионы трехвалентного атома церия:



Ионы Ce³⁺ избирательно поглощают свет в узком интервале длин волн вблизи $\lambda = 3020 \text{ \AA}$. Это свойство используют для определения концентрации ионов Ce³⁺ по прозрачности облученного раствора сернокислого церия.

Химические дозиметры для медленных нейтронов содержат в растворах сульфат лития. Под действием медленных нейтронов на литии идет экзотермическая реакция ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$. Тритон ${}^3\text{H}$ (ядро трития) и α -частица разрывают молекулу воды на атом водорода и радикал OH, которые и изменяют заряд ионов железа или церия.

Химические дозиметры для γ -квантов контролируют интенсивность γ -излучения по количеству газа, выделяющегося из облученных водных растворов. В воде растворяют небольшое количество йодистого натрия NaI. Он диссоциирует на ионы Na⁺ и I⁻. Радикалы OH отнимают электроны у ионов йода, превращая их в газообразные атомы. Скорость выделения газа пропорциональна поглощенной энергии, т. е. дозе излучения. Химические дозиметры, заполненные водным раствором йодистого натрия, пригодны для измерения дозы медленных нейтронов. Для этого к водному раствору йодистого натрия добавляют борную кислоту. Йод выделяется из раствора под действием α -частиц и ядер ${}^7\text{Li}$, возникающих в реакциях ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}$.

Химическими дозиметрами измеряют большие дозы излучения. Необходимость таких дозиметров и возникла после появления мощных источников с активностями в десятки кюри. Ферросульфитные дозиметры пригодны при измерении дозы излучения $D \sim 5 \cdot 10^4$ p, а дозиметры с сернокислым церием дают хорошие показатели до значений $D \sim 10^6$ p. Химическими дозиметрами с борированным водным раствором йодистого натрия контролируют потоки медленных нейтронов из ядерных реакторов до 10^{15} нейтрон/(см²·с).