

## **БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИИ**

**Гераськина Валерия Евгеньевна**

студент Академии строительства и архитектуры при Донском государственном техническом университете-АСА ДГТУ, Россия, Ростов-на-Дону

**Ширшова Анастасия Дмитриевна**

студент Академии строительства и архитектуры при Донском государственном техническом университете-АСА ДГТУ, Россия, Ростов-на-Дону

В результате строительства 4-го энергетического блока Ростовской АЭС, мы решили рассмотреть условия работы железобетона в условиях радиации. Железобетонные конструкции получили широкое распространение в гидротехнике в результате способности воспринимать различные виды нагрузок, их долговечность и т.д. Известно, что из железобетонных конструкций, которые являются базой современного строительства, из которых возводят промышленные и гражданские здания, сельскохозяйственные здания, метрополитен, гидроэлектростанции, мосты, туннели и т.д. На изготовление железобетонных конструкций используется в 2-3,5 раза меньше металла, чем на стальные конструкции. Железобетонные конструкции испытывают нагрузки, которые в дальнейшем оказывают на них воздействия (ветровые нагрузки, воздействие окружающей среды и растворенных в ней веществ, сейсмические явления и т.д.). Перечисленные нами воздействия и факторы часто приводят к уменьшению срока службы и разрушению железобетонных конструкций. Так как из железобетонных конструкций строят(строили) четвертый энергетический блок, то нужно учитывать все факторы во избежании катастрофических событий. Самым опасным был принят ионизирующий луч, который невидимо убивает человека и все окружающее его (живые организмы), вызывая различные степени лучевой болезни. Защитой от ионизирующего луча и прочих видов излучения применяют железобетонные конструкции, в состав которых входят тяжелый и гидратный бетон с различными добавками. Главным назначением добавок является поглощение лучей, главной добавкой является сернокислый барий.

Сернокислый барий (сульфат бария,  $BaSO_4$ ) - это кристаллическое вещество, белый порошок или прозрачный кристалл, который практически не растворяется в воде и других растворителях, в природе встречается в виде минерала барита, который является основной бариевой рудой. Так как тяжелые атомы бария хорошо поглощают рентгеновские лучи, он не токсичен в отличие от других солей бария. Предел прочности при сжатии составляет около 50 Мпа, а плотность бетона с сернокислым барием достигает 3800 кг/м<sup>3</sup>. Магнитный железняк(магнетит)- широко распространенный минерал черного цвета из класса оксидов( $Fe_3O_4$ )предел прочности при сжатии составляет до 200 Мпа. Плотность бетона на цементе из магнетита составляет около 4000 кг/м<sup>3</sup>.

Бурый железняк(лимонит)-осадочная горная порода, содержит гидроксид железа( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ), может служить средством защиты как от  $\alpha$ -лучей, так и от нейтронов, плотность лимонита приблизительно 3500кг/м<sup>3</sup>, при добавлении в бетон, плотность бетона составляет от 2600 до 2800 кг/м<sup>3</sup>. Так же для получения особо тяжелых бетонов плотностью от 5000 кг/м<sup>3</sup> применяют чугун в виде крошки или крупного лома, так же применяют сталь в виде обрезков и дробленой стружки. Не всегда могут быть использованы железные руды так как при поглощении нейтронов ядрами железа может возникнуть вторичное  $\gamma$ -излучение, поэтому чаще предпочитают в качестве добавки применять сульфат бария, не дающего вторичное  $\gamma$ -излучение. Для защитных бетонов крупность заполнителей определяется

массивностью бетонируемой конструкции и принимается максимальной возможной. Состав заполнителей подбирают с расчетом, чтобы насытить бетон тяжелым заполнителем, чем тяжелее бетон, тем меньше толщина ограждения. Бетонная смесь на тяжелых заполнителях подвержена расслоению, поэтому при бетонировании применяют метод восходящего раствора.

Метод восходящего раствора может быть в двух разновидностях:

1) безнапорное бетонирование

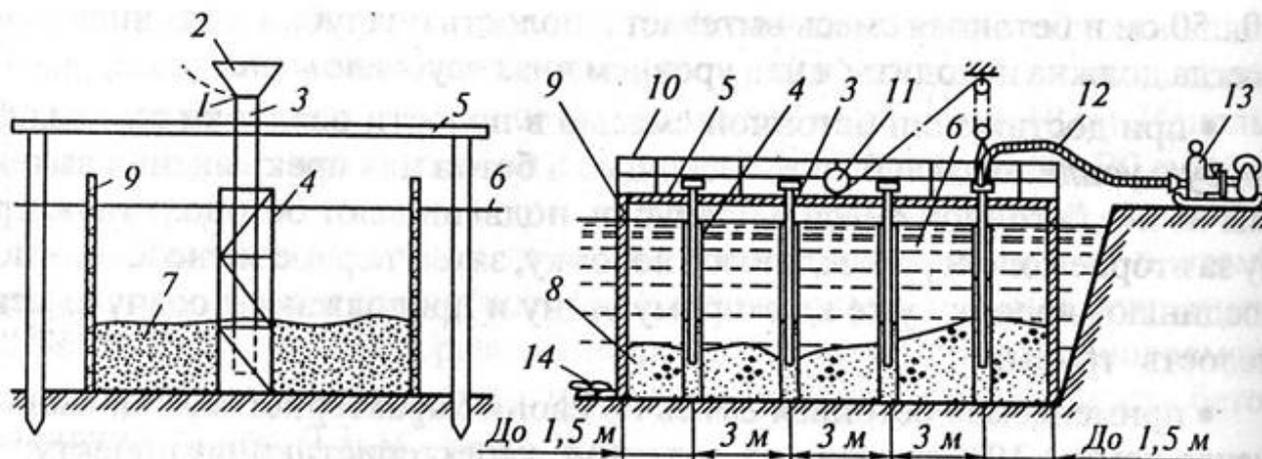


Рис. 1 Метод восходящего раствора:

- 1 — затвор; 2 — воронка; 3 — бетонолитная труба; 4 — решетчатая шахта; 5 — рабочая эстакада (настил); 6 — уровень воды; 7 — наброска щебня (гравия); 8 — раствор; 9 — опалубка (шпунтовое ограждение); 10 — ограждение рабочего настила по контуру; 11 — лебедка; 12 — шланг, подающий раствор; 13 — растворонасос

Рисунок 1. Безнапорное бетонирование

2) напорное бетонирование

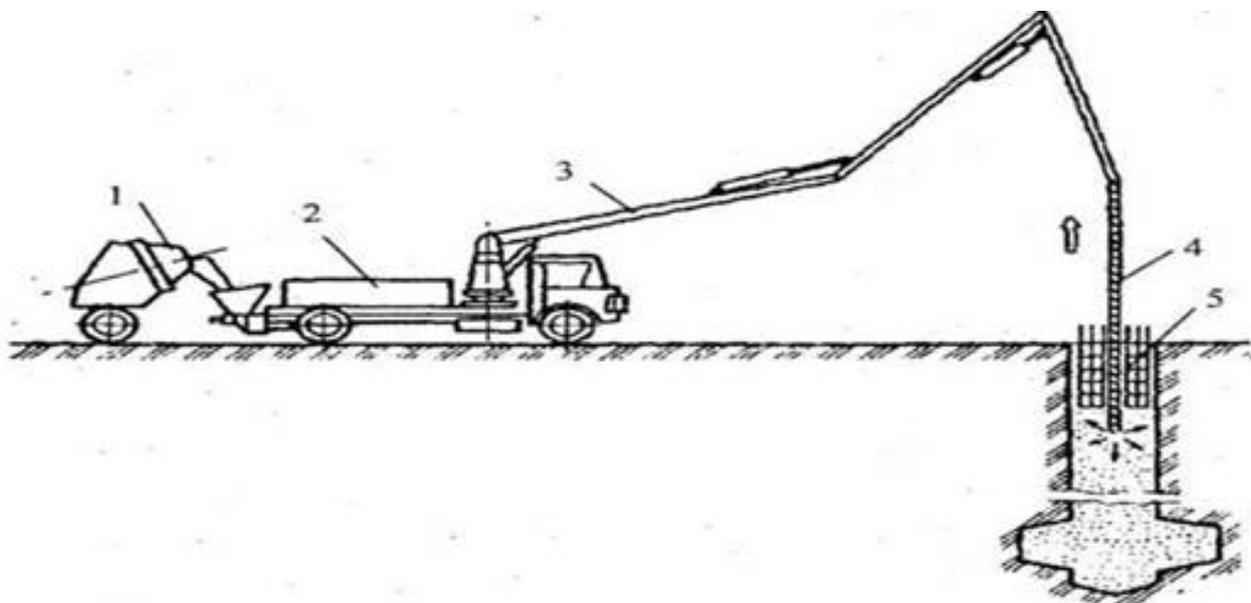


Рис. 2 Бетонирование конструкций методом напорного бетонирования:  
 1 — автобетоносмеситель; 2 — автобетононасос; 3 — распределительная  
 стрела; 4 — гибкий бетоновод; 5 — скважина

### Рисунок. 2. Напорное бетонирование

От качества бетонного заполнителя зависит стойкость бетонной смеси, ее срок службы. Визуальными признаками разрушения бетонной смеси являются трещины, сколы и т.д.

Крупность заполнителей для защитных бетонов определяется массивностью бетонируемой конструкции и принимается максимально возможной. Зерновой состав заполнителей подбирают с помощью расчета, исходя из условия, что бетон нужно насытить тяжелым заполнителем для того, чтобы он получился тяжелее и толщина ограждения была меньше. В этом случае предпочтительны прерывистые зерновые составы заполнителей, позволяющие получить бетон наибольшей плотности. Бетонные смеси на особо тяжелых заполнителях в значительной степени подвержены сегрегации, расслоению. Поэтому большое значение имеет плотность и вязкость растворной части бетона. При прерывистом зерновом составе заполнителя иногда применяют раздельное бетонирование методом восходящего раствора. Повреждения внутренней структуры бетона невозможно определить визуальным методом, для этого используют различные приборы. Современный подход к проектированию и строительству атомных станций нового поколения, требует в частности учета этапа вывода из эксплуатации уже на стадии проектирования. В этой связи необходимо подойти по новому к использованию традиционных и разработки новых составов защитных и конструкционных бетонов. Все бетонные и железобетонные несущие, ограждающие и защитные конструкции зданий и сооружений АЭС можно условно разделить на 3 категории: Бетоны для конструкций, зданий и сооружений, которые в процессе эксплуатации АЭС, без учета аварийных ситуаций не подвергаются радиоактивному загрязнению и облучению потоками нейтронов при эксплуатации, выводе из эксплуатации и обращении с радиоактивными отходами (РАО). К бетонам этой категории предъявляются обычные требования как к традиционному конструкционному строительному материалу. Дополнительными требованиями является низкое содержание естественных радионуклидов (ЕРН), что связано с повторным использованием (рециклом) огромного количества бетона при демонтаже зданий и сооружений при ВЭ АЭС. Бетоны и конструкции, здания и сооружения, которые при эксплуатации АЭС непосредственно контактируют или могут контактировать с источниками радиоактивного загрязнения, подвергаются облучению или в которых (помещениях) хранятся, складываются или перерабатываются РАО.

С учетом всех этапов жизненного цикла АЭС бетоны радиационной защиты должны иметь:

- Низкое содержание естественных радионуклидов (ЕРН);

- Высокую эффективность для ослабления потоков -излучения;
- Ремонтопригодность

1. Бетоны радиационной защиты, подвергаемые облучению нейтронными потоками.

Бетоны этой категории должны иметь:

- Высокую эффективность для ослабления потоков - и нейтронного излучения;
- Низкую активационную способность при облучении потоками нейтронов;
- Высокую радиационную стойкость.

Исходя из всего сказанного определяющими характеристиками являются низкие активационная способность, содержание ЕРН и абсорция радионуклидов. С этой целью проводится цикл расчетно-экспериментальных исследований. При практической реализации всех подходов возможно осуществить будущую стадию вывода из эксплуатации АЭС нового поколения безопасным и экономичным образом.

### **Список литературы:**

1. Кузнецов В.М. Российская атомная энергетика. Вчера, сегодня, завтра. Взгляд независимого эксперта. М.: Голос-Пресс, 2000.
2. Информационный бюллетень «Радиация и общество»/Под общей ред. В.М. Кузнецова//Международ. Чернобыльский Фонд безопасности при содействии Нац. организ. Международ. Зеленого Креста, 1995, № 1; 1996, № 2; 1997, № 2.
3. Планирование противоаварийных мероприятий и готовность на случай транспортных аварий, связанных с РВ//МАГАТЭ. Сер. изданий по безопасности, 1988, № 87.
4. Адамов О.Е. и др. Степень приближения к радиационной эквивалентности высокоактивных отходов и природного урана в топливном цикле ядерной энергетике России// «Атомная энергия», 1996, т. 81, вып. 6.