

загрязнения воздуха в рабочем помещении используются индивидуальные аэрозольные пробоотборники. Все выступающие отмечали большие различия, наблюдаемые между показаниями этих двух видов приборов (в 2—3 и даже в 10 раз) и связанные с неравномерностью распределения радиоактивного аэрозоля в пространстве рабочих помещений. В связи с этим эксперты признали необходимым использовать индивидуальные пробоотборники аэрозоля наряду с контрольными приборами, находящимися в помещениях, и определять радиоактивность 2—3 фракций размеров аэрозоля, связанных с моделью легких МКРЗ. Было обращено особое внимание на важность изучения горячих частиц, которые могут быть причиной неравномерного распределения радиоактивности в воздухе рабочих помещений. Совещание рекомендовало также поощрять исследования закономерностей пространственного распределения аэрозолей в рабочих помещениях.

За рубежом в последнее время уделяется большое внимание оценкам степени диспергирования радиоактивных аэрозолей с поверхностей пола и оборудования. Некоторые авторы приводили величины отношения объемной концентрации диспергированного ве-

щества к концентрации радиоактивных веществ, находящихся на поверхности (10^{-4} — 10^{-6} л/м). Группа экспертов пришла к выводу о необходимости проведения простейших экспериментов по диспергированию радиоактивных частиц с поверхности в зависимости от их физических свойств, размеров и различных условий, имеющих место в лабораториях (вибрация, движение воздуха и т. п.).

При рассмотрении последнего вопроса эксперты отметили необходимость выработки стандартных методов испытания фильтров и их эффективности. Необходимо проводить сбор и систематизацию данных о характеристиках всех фильтров, используемых в целях дозиметрии. Становится актуальным теоретическое изучение эффективности захвата аэрозолей фильтрами с очень тонкими волокнами ($d < 0,1$ мк). Кроме того, отмечалась важность разработки фильтров для фильтрации газов при повышенном давлении и для захвата четырехоксида рутения.

Все рекомендации совещания экспертов изложены в рабочих документах, которые будут изданы МАГАТЭ.

с. г. МАЛАХОВ

Тяжелый бетон с заполнителем из чугунных чушек

Для защиты от радиоактивных излучений в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова применяется тяжелый бетон с заполнителем из чугунных чушек. Объемный вес бетона 3—5 т/м³. Состав бетона: чугунные чушки (25—62 об.%) и цементный камень. Бетон изготавливается на гипсоглиноземистых и портланд-цементях, расход воды на затворение 350—400 л/т.

Заполнителем бетона являются чугунные чушки конусообразной формы размерами 80 × 80 × 550 мм, вес каждой чушки 15—25 кг. Чугунные чушки могут иметь более плоскую форму с размерами 50 × 110 мм при длине 50—60 см.

В защиту чушки укладываются с чередованием: одна конусом вверх, а другая конусом вниз (см. рисунок).

Расположение чушек в виде шахматной клетки создает устойчивую конструкцию с равномерным распре-

делением чугуна. Чушки укладываются под углом 45° к источнику излучения на высоту 0,5 м, после чего заливаются цементным молоком. Песок в цементное молоко не добавляется, чтобы увеличить в бетоне количество химически связанной воды и гарантировать

Таблица 1

Характеристики тяжелого бетона *

| Расстояние между чушками, см | Вес бетона, т/м ³ | Расход чугуна | | Вес цементного камня, т/м ³ | Химически связанная вода, л/м ³ |
|------------------------------|------------------------------|------------------|------|--|--|
| | | т/м ³ | об.% | | |
| 15 | 3,0 | 1,65 | 25 | 1,35 | 270 |
| 8 | 3,6 | 2,40 | 35 | 1,20 | 240 |
| 7 | 3,9 | 2,80 | 40 | 1,10 | 220 |
| 5 | 4,4 | 3,50 | 50 | 0,90 | 180 |
| 3 | 4,8 | 4,00 | 58 | 0,80 | 160 |
| 2 | 5,1 | 4,40 | 62 | 0,70 | 140 |

* Вес цементного камня на портланд-цементе принят 1,8—1,9 т/м³, чугуна 7,0 т/м³, химически связанной воды 20% от веса цементного камня. (При применении гипсоглиноземистого цемента количество химически связанной воды, по данным НИИцемента, может быть увеличено до 30% от веса цементного камня.)

заполнение пустот между чушками. Применение беспесчаного раствора с расходом цемента в 3—4 раза большим, чем для обычных бетонов, оправдывается увеличением в защите количества химически связанной воды.

Возможно самое разнообразное размещение чушек. Расстояние между чушками при укладке принимается от 2 до 15 см. Однако во всех случаях необходимо обеспечить устойчивость конструкции из чушек и равномерное распределение чугуна в защите.



Укладка чушек в защиту.

Сравнение стоимостей тяжелых бетонов *

Таблица 2

| Бетон с дробью | | Бетон с чугунной чужкой | | Экономия, руб. |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| вес, т/м ³ | стоимость, руб/м ³ | вес, т/м ³ | стоимость, руб/м ³ | |
| 3,6 | 285 | 3,6 | 183 | 102 |
| 3,9 | 311 | 3,9 | 199 | 112 |
| — | — | 4,4 | 225 | — |
| — | — | 4,8 | 242 | — |
| 5,1 | 410 | 5,1 | 254 | 156 |

* Стоимость бетонов принята по утвержденным калькуляциям.

В табл. 1 приведены характеристики тяжелого бетона. Заданный объемный вес тяжелого бетона в зависимости от формы и размеров чугунных чужек в каждом случае уточняется изготовлением образцов.

Опалубка для бетона может быть любой; давление чугунной чужки на стенки опалубки не передается.

Бетоны с чугунной чужкой по своим экономическим показателям при одинаковых защитных свойствах сравнимы с бетонами с заполнителем из чугунной дробки (табл. 2).

Тяжелый бетон с заполнителем из чугунной чужки объемом весом 3,9 т/м³ применяется в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова при строительстве реактора «Ромашка» и некоторых других установок в объеме около 200 м³. Эксплуатация объектов показала, что применяемые бетоны вполне удовлетворяют требованиям по защите от радиоактивных излучений.

И. И. САБЛИН

О практическом использовании нейтронно-активационного анализа

Достижения ядерной физики и техники способствовали появлению новых методов и средств элементного анализа состава вещества, среди которых ведущее место занимает нейтронно-активационный анализ. Отличительные особенности этого метода: высокая чувствительность и экспрессность, простота проведения и возможность его автоматизации.

Применяемые в цветной металлургии при производстве металлов платиновой группы и редких элементов химические и физические методы анализа длительны и не обеспечивают требуемой чувствительности и точности анализа, особенно для продуктов, бедных этими элементами. С помощью нейтронно-активационного анализа элементы платиновой группы, серебро, золото, редкие элементы (индий, галлий, таллий, германий, теллур, селен, рений и др.) можно определять с чувствительностью 10⁻³—10⁻⁶%. В бедных продуктах (рудах, хвостах, отвалных шлаках) можно определять содержание элементов в следующих количествах (г/т): иридия — 0,01; платины — 1; палладия — 0,08; рутения — 6; золота — 0,01.

Большое распространение методы нейтронно-активационного анализа получили при геохимических и геологических исследованиях. С их помощью возможно определение более 2/3 существующих в природе элементов. Опыт использования нейтронно-активационного анализа геологоразведочными организациями страны показывает, что при этом существенно сокращается время проведения анализа, а затраты на аналитические работы уменьшаются на 50—60%. Благодаря высокой экспрессности (среднее время на один анализ 15 мин) применение этого метода дает значительный экономический эффект по сравнению с химическими методами (среднее время на один анализ 1,2 ч). По данным Всесоюзного научно-исследовательского института ядерной геофизики и геохимии, экономия составляет в среднем 1 руб. на один анализ.

Активационный анализ в скважинных условиях (каротаж наведенной активности) выполняется на месторождениях бокситов, флюорита и частично медных руд с целью количественной оценки содержания этих полезных ископаемых, а также для выделения квар-

цевых жидкостей и определения кремниевого модуля. Чувствительность каротажа наведенной активности составляет для фтора 10%, алюминия 3—7%, кремния 10—20%, марганца 0,1—0,01%, меди 3—5%. Данные активационного каротажа в некоторых случаях уже использованы для подсчета запасов флюорита на месторождениях Украины и Узбекистана.

Кроме цветной металлургии, геологии и геохимии нейтронный активационный анализ широко применяется для определения примесей при производстве особо чистых веществ и, в частности, для определения чистоты полупроводниковых изделий.

Нашей промышленностью выпускаются комплекты аппаратуры и установок для специализированных лабораторий активационного анализа. Подобные лаборатории могут быть использованы для контроля технологических процессов в металлургической, горнорудной, химической и других отраслях промышленности. Поставку необходимого оборудования для лабораторий активационного анализа осуществляет Всесоюзное объединение «Изотоп».

Чувствительность определения элементов нейтронно-активационным методом

| Элементы | Чувствительность определения в 1 г образца, вес. % |
|--|--|
| Sc, Mn, Cu, As, In, La, Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Yb, Lu, W, Re, Ir, Au | 10 ⁻⁶ —10 ⁻⁸ |
| Na, P, Cl, Ar, Cr, Co, Ga, Br, Sr, Y, Pd, J, Sb, Gd, Er, Hf, Ta, Os, Th, U | 10 ⁻⁵ —10 ⁻⁶ |
| K, Ni, Zn, Ge, Kr, Rb, Mo, Ag, Cd, Sn, Te, Ba, Ce, Nd, Pt, Hg . . . | 10 ⁻⁵ —10 ⁻⁴ |
| Si, S, Ca, Fe, Se, Zr, Xe, Tl, Bi . . | 10 ⁻³ —10 ⁻⁴ |