

Таблица – Сравнительная характеристика технических ПАН волокон

Производитель	Способ формования	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удлинение при разрыве, %
«Композит», РФ, Саратов	Водно-роданидный	0,13	54,0	13,4
«Тою», Япония	Водно-роданидный	0,14	58,0	18,8
«ВНИИСВ», РФ, Тверь	Диметил-формамидный	0,11	49,0	12,0
УО МГУП (лабораторные образцы)	Водно-роданидный	0,14	80,2	10,5
	Диметил-формамидный	0,13	84,4	10,9
ОАО «Нафтан» з-д «Полимир» (промышленные испытания)	Диметил-формамидный	0,14	62,5	22
	Водно-роданидный	0,2	49,9	13,5

УДК 628.381.1

ОЦЕНКА РИСКА, СВЯЗАННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Шепелева Н.И., инж., Марцель В.Н., зав. каф.,

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Проблема использования осадков очистных сооружений канализации в Республике Беларусь в настоящее время не решена. По данным ежегодного экологического бюллетеня состояния природной среды в 2010 году суммарное количество образования осадков водоподготовки, а также осадков от очистки сточных и дождевых вод составило 224 тыс. т. В настоящее время практически все образующиеся осадки хранятся на иловых площадках, накопителях, оказывая вредное воздействие на окружающую среду. Несмотря на все возрастающую остроту проблемы, обследование иловых площадок и других объектов хранения осадков, ранжирование их по составу, свойствам, возможности использования и обезвреживания в республике не проводилось.

Наиболее распространенными направлениями использования осадков очистных сооружений канализации являются: внесение в почву (с предварительным компостированием или стабилизацией, в составе почвогрунтов), сжигание на специализированных установках или совместно с твердыми коммунальными отходами.

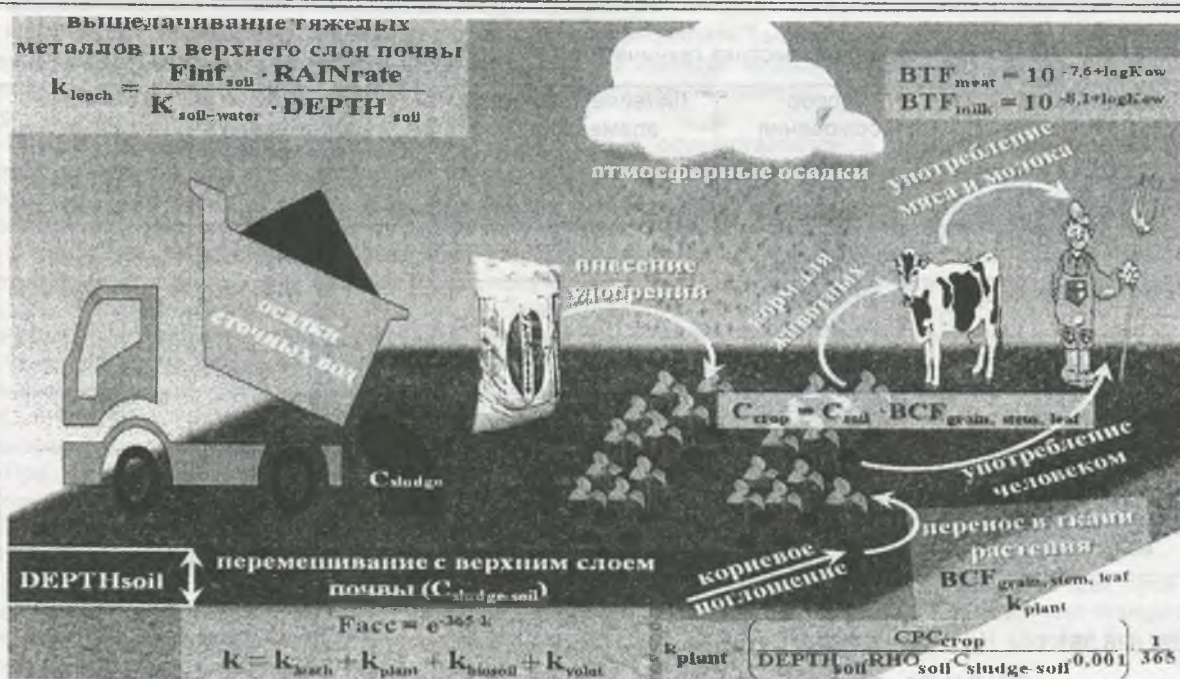
Для выбора направления использования осадков сточных, при котором воздействие на окружающую среду и человека будет минимальным необходимо располагать критерием оценки, позволяющим произвести сравнение вариантов использования осадков по комплексу различных по своей природе факторов (экологических, санитарно-гигиенических и др.). Одним из таких критериев является риск, как количественная мера опасности. Основным источником опасности, который учитывается при обосновании требований к осадкам, подготовленным для использования, являются тяжелые металлы.

В работе проанализирован опыт США и стран Евросоюза в области регулирования использования осадков и обоснования нормативов, устанавливающих требования к их составу.

Источники поступления тяжелых металлов в почву, пути их дальнейшего перехода в пищевые цепи и основные уравнения, описывающие, протекающие процессы представлены на рисунке.

В качестве основного алгоритма для проведения расчетов была выбрана процедура оценки риска, проводившаяся в Норвегии научным комитетом безопасности продовольствия. Процедура оценки риска была адаптирована к особенностям климата, ведения сельского хозяйства и морфологическому составу сельскохозяйственных почв. При оценке поступления тяжелых металлов в сельскохозяйственные земли, кроме осадков сточных вод, рассматривались атмосферные осадки, а также минеральные и органические удобрения. После попадания в почву, тяжелые металлы мигрируют в растения и далее попадают в организм человека или животных. Употребление в пищу мяса и молока домашних животных, выращенных на растительных кормах, полученных с применением осадков, является дополнительным источником поступления металлов в организм человека.

При расчетах моделировали концентрации тяжелых металлов, мигрирующих из осадков, при сценариях 10-летнего внесения осадка в количестве 40 и 60 т/га в год на сельскохозяйственные земли с выращиванием на них различных сельскохозяйственных культур.



где K_{leach} – константа выщелачивания тяжелых металлов из верхнего слоя почвы, сутки⁻¹; $Finf_{soil}$ – доля дождевых вод, которая инфильтруется в почву, RAINrate – скорость мокрого осаднения, м/сутки; $K_{soil-water}$ – коэффициент разделения фаз почва-вода, м³/м³; $DEPTH_{soil}$ – глубина перемешивания почвенного слоя с осадком, м; k – константа удаления металла из верхнего слоя почвы, сутки⁻¹; K_{leach} – константа выщелачивания из почвенного слоя первого порядка, сутки⁻¹; K_{plant} – константа фитопоглощения металла из верхнего слоя почвы, сутки⁻¹; $K_{biosoil}$ – константа биоразложения загрязнителя из верхнего слоя почвы первого порядка, сутки⁻¹; K_{volat} – константа улетучивания металла из верхнего слоя почвы, сутки⁻¹; CP – урожайность сельскохозяйственных культур, кг/(га·год); C_{crop} – концентрация загрязнителя в урожае, мг/кг; C_{sludge} – концентрация металла в осадках, мг/кг; $C_{sludge-soil}$ – концентрация металла в почве на первом году внесения осадка, мг/кг; ρ_{soil} – плотность почвы, кг/м³; $BCF_{grain, stem, leaf}$, BCF_{meat} , BCF_{milk} – соответственно факторы биоконцентрации металла в растениях, мясе и молоке, мг/кг; K_{ow} – коэффициент разделения фаз вода – органическое вещество, м³/м³.

Рисунок 1 – Процессы, учитываемые при оценке риска для человека, связанного с использованием осадков очистных сооружений на земле.

Как правило, в США и странах ЕС при оценке риска используют данные по валовому содержанию тяжелых металлов в осадках и почвах. В Беларуси ПДК для почвы по большинству тяжелых металлов установлены по подвижным формам. Поэтому в работе сделана попытка обоснования допустимой концентрации тяжелых металлов в осадках по содержанию их подвижных форм.

Объектом исследования являлись осадки, хранящиеся на иловых картах очистных сооружений одного из городов Беларуси. Содержание тяжелых металлов представлено в таблице 1. Детальный расчет проводился только по иловым картам, в которых было зафиксировано содержание тяжелых металлов в минимальных или в максимальных концентрациях.

Таблица 1 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов в осадках

Показатели	Номер иловой карты													
	1 ¹	1	6	5	7	16	11	21	3	22	6	1a	12	
Cd, мг/кг	3,66	0,82	6,91	0,22	1,16	0,50	0,67	0,12	6,33	1,62	0,32	6,36	0,52	
Cr, мг/кг	2,66	16,91	2,49	4,19	3,43	1,88	3,23	1,36	6,38	2,76	8,20	2,40	7,45	
Cu, мг/кг	5,35	14,49	56,82	14,91	20,7	15,12	10,89	7,33	68,83	96,43	7,07	74,87	18,58	
Ni, мг/кг	44,0	2	48,42	47,98	9,36	3	7,01	31,69	2,99	64,63	12,59	10,81	16,52	27,68
Pb, мг/кг	1,79	1,24	2,47	0,56	2,33	1,52	2,80	0,64	3,33	1,13	0,50	1,48	1,70	
Zn, мг/кг	112	83	122	167	152	67	206	17	256	59	40	181	65,84	

Основным критерием оценки риска является коэффициент риска, равный отношению расчетной концентрации металла в почве к его ПДК. Значение показателя в пределах 0,1 – 0,9 принимали соответствующим допустимой степени риска. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов содержания тяжелых металлов в почве

Параметр	Cd		Cu		Ni		Pb		Zn		Cr	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Концентрация в осадке, мг/кг	0,12	6,9	5,35	96,43	2,99	64,63	0,5	3,33	17	256	1,36	16,9
Среднегодовая концентрация (мг/кг) при внесении 40 т осадка /коэффициент риска	0,015/ 0,03	0,44/ 0,87	0,58/ 0,19	9,26/ 3,09	0,32/ 0,08	6,12/ 1,53	0,11/ 0,02	0,37/ 0,06	1,95 / 0,08	23,253/ 1,011	0,19 / 0,032	1,68/ 0,28
Среднегодовая концентрация (мг/кг) при внесении 60 т осадка /коэффициент риска	0,018/ 0,036	0,46/ 0,91	0,83/ 0,27	13,86/ 4,62	0,46/ 0,11	9,15/ 2,29	0,13/ 0,02	0,54/ 0,09	2,71/ 0,12	34,6/ 1,5	0,25/ 0,04	2,48/ 0,41
ПДК металла в почве, мг/кг	0,5		3		4		6		23		6	

Установлено, что, лимитирующим фактором при использовании рассматриваемых осадков является содержание подвижных форм меди не более 5,35 мг/кг. Из осадков, состав которых приведен в таблице 1, для использования могут быть рекомендованы осадки, содержащиеся в иловой карте №1¹. Результаты оценки риска являются основной для выполнения практических работ по использованию осадков под сельскохозяйственные культуры.

Список использованных источников

1. Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils // Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM), 2009 – 244 p.
2. A Guide to the Biosolids Risk Assessment for the EPA Part 503 Rule // United States Environmental Protection Agency, 1995 – 143 p.

