

МИНИМИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПУТЕМ ОЧИСТКИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПОЛИГОНА «КРАСНЫЙ БОР»

В процессе интенсивного развития промышленности и быстрого роста городов происходит увеличение образования и накопления отходов, приводящее к нарушению природных равновесий и изменению природной среды в районах их складирования.

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области не утилизируемые промышленные отходы захораниваются на полигоне «Красный бор», который за 30 лет существования исчерпал 99 % территории, отведенной для захоронения промышленных отходов, и имеет ресурс земель для захоронения не более чем на 1-2 года. В 1999 г. полигон принял 13,6 тыс.т опасных отходов, что на 38 % больше 1998 г.

Захоронение отходов происходит в «синие» кембрийские глины с мощностью 80 м. Водопроницаемость кембрийской глины практически равна нулю, что обеспечивает надежность обезвреживания жидких отходов при захоронении в кембрийской глине. К настоящему времени данная технология захоронения отходов устарела морально и физически, а также не удовлетворяет экологическим требованиям. В связи с этим предлагается технология очистки жидких отходов полигона. В результате проведенных исследований установлено, что основными загрязнителями отходов являются тяжелые металлы, которые находятся в растворе в виде комплексонов и требуют раскомплексования. В качестве технологического приема раскомплексования ионов тяжелых металлов используется обработка исходной воды раствором хлорного железа. Последующими операциями доочистки отходов являются отстаивание и двухстадийная флотация слива.

The process of intensive industry development and high town growth rate causes the increase of formation and accumulation of wastes that lead to the upset of nature balance and violation of the environment in the area of their storage.

In St.Petersburg and Leningrad region non-utilized wastes are being buried in the testing ground of Krasny Bor which exercised 99% of all territories designed for utilization of industrial waste within and period of 30 years since the year of its foundation and at present can function only for 1 or 2 years. In the year of 1999 Krasny Bor accepted 13,600 t of dangerous waste that indicates the 38 % growth when compared with the year of 1998.

Wastes are buried into «blue» Cambrian clay with capacity of 80 m. Waterproof property of Cambrian clay practically equals to 0 so it provides security in neutralization of liquid wastes in the process of their burial into Cambrian clay. Presently, however, the a.m. technology of burial of industrial wastes has become outdated both morally and physically. It doesn't correspond to ecological requirements either. In connection with this the technology of purification of liquid wastes of the testing ground is offered.

It has been estimated in the cause of the investigation carried that heavy metals in solution in the form of complexes refer to main waste polluters and therefore require further separation of ions. For this purpose chloric iron is used. To further purification operations refer both settling and double-phase flotation of discharge.

В начале XXI века наиболее остро стоит экологическая проблема переработки отходов. С каждым годом увеличивается цифра образования отходов на душу населения. В настоящее время с территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области токсичные отходы различных производств

транспортируются на полигон «Красный Бор» для приема и захоронения. Полигон «Красный бор» был открыт в 1967 г. и находится в 4,5 км к юго-востоку от Колпино и в 30 км от Санкт-Петербурга. Место расположения полигона выбиралось, исходя из предполагаемой максимальной защищенно-

сти горизонтов подземных вод вследствие попадания в зону аэрации синих кембрийских глин мощностью до 80 м.

Геологический разрез территории полигона на глубину 100 м от поверхности земли представлен четвертичными и нижнекембрийскими осадками. Четвертичные отложения – озерно-ледниковые пески и моренные суглинки. Общая мощность четвертичных отложений 2-4 м. Озерно-ледниковые пески залегают у поверхности и распространены повсеместно. Их мощность 0,1-2,3 м, увеличивается в северном и северо-восточном направлениях за пределами полигона. На расстоянии 0,4 км от контура полигона подошва водоносных озерно-ледниковых песков залегает на 0,4-1 м ниже верхней границы захоронения промышленных отходов. Пески – мелкие и средние, пылеватые, с редкими включениями гравия и валунов, лежащими в основании слоя. По химическому составу пески довольно однородны. Главными компонентами озерно-ледниковых песков являются оксиды, %: кремния до 84,6; алюминия до 7,65; железа до 3,5; калия до 2,4; натрия до 1,36; магния до 1,33; кальция до 1,12.

К слою озерно-ледниковых песков приурочен горизонт грунтовых вод. Уровень воды совпадает с поверхностью земли. Таким образом, мощность водоносного горизонта в пределах полигона равна мощности песков. Водоносный горизонт широко развит и на смежных площадках: уровень воды – на глубине 0,2-3 м, а в береговых валах – у основания. Амплитуда колебания уровня в годовом разрезе 1,85-2 м. Водоносный горизонт питается в основном атмосферными осадками и в незначительной степени подземными водами, поступающими с юга. Подземный поток направлен на север и северо-запад, в сторону р.Ижоры и ее притоков, дренирующих водоносный горизонт. Отметки уровня воды снижаются от 16,3-16,9 м на площади полигона до 15,57 м у истока ручья, протекающего в 0,8 км к северу от полигона.

Водообильность горизонта слабая. Коэффициент фильтрации песков по результатам лабораторных испытаний 2-6,2 м/сут.

Вода содержит сульфаты, хлориды, гидрокарбонаты, кальций, магний, натрий, нитраты до 2 % и закисное железо до 1 %.

Нижним водоупором служат моренные суглинки, которые залегают сплошным слоем под озерно-ледниковыми песками на глубине 0,1-3 м. Мощность суглинков на территории полигона 0,6-3,7 м. В естественном состоянии суглинки плотные – от твердой до тугопластичной консистенции. По гранулометрическому составу они легкие, пылеватые, с содержанием гравия и валунов до 15 %, не водоносные.

Нижнекембрийские отложения в верхней части разреза представлены «синими» кембрийскими глинами, которые подстилают четвертичные отложения. Глубина залегания кровли глин определяется мощностью четвертичных отложений и достигает 1,8-4 м, увеличиваясь к северу за пределами полигона до 15 м. Кровля глин на территории полигона ровная, с небольшим уклоном на север (0,004-0,008). Отметки кровли глин на территории полигона 12,1-16,9 м абсолютной высоты. По гранулометрическому составу эти глины тяжелые, пылеватые, высокоуплотненные, твердой и полутвердой консистенцией в естественных условиях. Водопроницаемость кембрийской глины практически равна нулю. Даже под действием статической нагрузки $0,4 \text{ кг/см}^2$ коэффициент фильтрации не превышает $64 \cdot 10^{-10} \text{ см/с}$, что обеспечивает надежность обезвреживания жидких отходов при захоронении в кембрийской глине. Естественная влажность глины 20-24,3 %, пористость 38 %. Основной глинистый минерал – гидрослюда. Кембрийские глины по химическому составу довольно однородны, %: до 83,5 SiO_2 ; 1,8,5 Al_2O_3 ; 9,7 Fe_2O_3 ; 5,4 K_2O ; 5,7 Na_2O . В направлении на юг от полигона кровля кембрийских глин повышается с уклоном 0,0074.

К северу от полигона кровля кембрийских глин довольно интенсивно снижается с уклоном 0,014 и на расстоянии 1 км от северного контура имеет отметку 15 м абсолютной высоты, соответствующую максимальной глубине захоронения промышленных отходов (12-15 м). Тем не менее в настоящее время установлена негативная роль

природных, ранее не учитываемых факторов, резко снижающих значения показателей защищенности. Прежде всего это неотектонический фактор, приведший к формированию узких крутопадающих проницаемых трещинных зон в кембрийских глинах и определившей заложение системы локальных водопроводящих структур типа ложбин стока в четвертичных отложениях. По водопроницаемым зонам происходит разгрузка напорных минеральных подземных вод глубоких водоносных горизонтов и загрязнение грунтовых и поверхностных вод.

В настоящее время принята технология складирования токсичных отходов в котлованах, пройденных в глинистых отложениях.

Отходы, принимаемые на полигон, подразделены на группы по способу их переработки и захоронения: жидкие отходы неорганического состава, жидкие отходы органического состава, твердые отходы, особо вредные (I класс токсичности), горючие отходы. В 1990 г. на полигон поступило 106,6 тыс.т отходов, а в 1999 г. – 9,8 тыс.т, однако в 2000 г. принято 13,6 тыс.т, что показывает на тенденцию увеличения отходов.

К настоящему времени территория земельного отвода под складирование отходов полностью исчерпана, а технологии захоронения и обезвреживания промышленных отходов, которые применяются на полигоне «Красный Бор», не отвечают современным требованиям и состоянию окружающей среды.

В этой связи наиболее важной становится проблема переработки и утилизации отходов, а особенно жидких, заскладированных в открытых картах и создающих реальную угрозу для окружающей среды. Возникает необходимость разработки технологии переработки жидких неорганических отходов.

Состав неорганических отходов, мг/л: Cu(II) 32; Cr(III) 11,5; Ca(II) 4,1; Ni(II) <1; Co(II) <1; Fe_{общ} <1; Zn(II) <0,2. При этом общее солесодержание $28,4 \cdot 10^3$ мг/л, содержание водо-растворимых органических веществ 2300 мг/л, химическое потребление кислорода ХПК = 2400 мг О/л, рН раствора составляет 10,5, а плотность 1,026 г/см³.

По данным состава и характеристикам отходов медь (II) находится в составе неорганических и органических комплексных соединениях. Повышенное содержание хрома объясняется двумя причинами: наличием хрома (IV), существующего в растворе в анионной форме, а также наличием хрома (III), входящего в состав органических и неорганических комплексов аналогично меди. Возможность образования этими металлами комплексов обусловлена присутствием в растворе различных комплексонов, используемых в гальваническом производстве. В результате проведенных экспериментов было установлено (титрование исходной пробы отходов раствором соляной кислоты) содержание значительного количества (около 0,3 г-экв/л) анионов очень слабых кислот со средней константой диссоциации, характеризующейся величиной $pK_d \approx 9,0$. В состав этих анионов входят сильные комплексоны, препятствующие осаждению меди и хрома (III), а также других переходных металлов в щелочной среде (рН = 10,5).

В качестве технологического приема «раскомплексования» ионов меди, хрома (III) и других металлов рекомендована обработка исходной воды раствором хлорного железа, который в принципе может быть заменен на сбросные растворы после травления сталей соответствующих производств. Результаты очистки воды от тяжелых металлов в массовых опытах оцениваются по содержанию меди – металла, наиболее склонного к комплексообразованию с наиболее низким значением ПДК = 0,001 мг/л (для рыбохозяйственных водоемов). По результатам экспериментальных работ получена схема (см. рисунок) очистки, включающая в себя следующие последовательные операции: обработка исходной воды раствором хлорного железа – отстаивание – двух-стадийная флотационная очистка слива после отстаивания по схеме, разработанной для синтетических растворов. Представленная схема обеспечивает очистку воды от ионов тяжелых металлов до норм рыбохозяйственных водоемов (остаточное содержание меди менее 0,001 мг/л), при этом содержа-

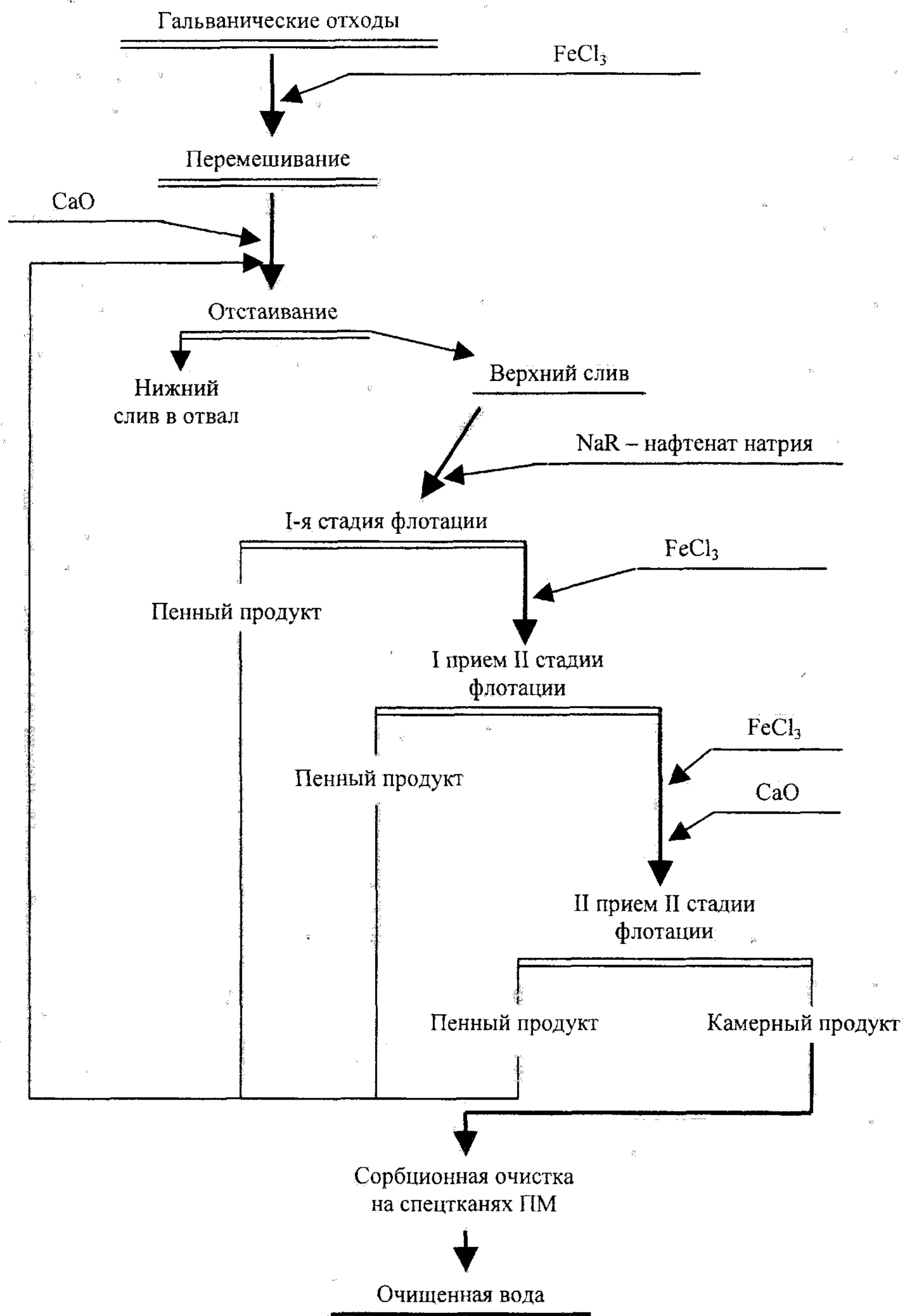


Схема очистки неорганических отходов полигона «Красный Бор»

ние органических веществ в воде практически не снижается, т.е. ХПК в очищенной воде составляет от 2200 до 2400 мг O_2 /л, что примерно равно этому показателю в исходной воде. Снижение ХПК достигается за счет введения в схему очистки операции

сорбции из камерного продукта флотации. При использовании в качестве сорбента спецткани ПМ показатель ХПК в очищенной воде снижается до 1260-1500 мг O_2 /л (в зависимости от состава камерного продукта).

Научные руководители: профессор, д.х.н. И.А.Дибров, доц., д.т.н. М.А.Пашкевич