

## МИНЕРАЛ СТРУВИТ В ТРУБАХ, ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ СТОКИ

**Абдрахманов Р.Ф. (hydro@anrb.ru)**

Башкирское отделение. ИГ УНЦ РАН

## STRUVITE IN SEWERS

**Abdrakhmanov R.F. (hydro@anrb.ru)**

Bashkiria branch. RAS IG USC RAS

Проблема солеотложения в трубах при транспортировке различных стоков (нефти и нефтепромысловых, животноводческих и прочих) является довольно сложной. Поэтому изучение минерального состава, причин отложения и предупреждение осадков солей в трубопроводах и насосном оборудовании представляет не только научный, но и практический интерес.

При изучении вопросов утилизации стоков одного из крупных свиноводческих комплексов на 54 тыс. голов в Республике Башкортостан мы столкнулись с проблемой солеотложения в трубах, транспортирующих стоки [1]. Использование стоков для орошения осуществляется здесь в вегетационный период, то есть периодически. В остальное время года стоки выдерживают в прудах-накопителях в течение 7-8 мес. Перед орошением эти стоки для разбавления речной водой подают в пруд-смеситель по трубопроводам диаметром 200 мм. Расстояние от прудов-накопителей до пруда-смесителя 5,3 км. При профилактических и ремонтных работах в межвегетационный период на стенках трубопроводов, крыльчатках насосов и прочем оборудовании оросительной системы отмечается интенсивное отложение солей. Как следствие этого, в ходе эксплуатации происходит ухудшение работы насосов. Они не обеспечивают подачу необходимого количества воды в пруд-смеситель. Подача насосов за сезон работы снижается до 70 % из-за отложения солей. В трубах диаметром 200 мм толщина осадка составляет 3-4 см. Наиболее значительное солеотложение наблюдается в трубопроводах диаметром 100 мм на участках от насосов до сборного коллектора. Этот отрезок трубопровода приходится заменять каждые два года, диаметр трубы за это время сужается до 15-30 мм.

Стоки свиного комплекса, транспортируемые по трубопроводам, имеют минерализацию 3,1-5,5 г/л и сложный химический состав, который определяется соотношением компонентов жидкого навоза, воды, используемой для гидросмыва, и дезинфицирующих средств. В них содержится значительное количество гидрокарбонатов (1,4-2,9 г/л), хлора. (0,2- 0,8), аммония (0,3-0,8), фосфора (0,07), калия (0,3-0,4), натрия (0,3-

0,5 г/л) и др. Для них характерно также повышенное содержание органического вещества, достаточно высокие значения рН (7,2-7,9) и Eh (+500 мВ). Химический состав отложений на стенках трубопроводов достаточно однородный. Обращает на себя внимание резкое отличие в химическом составе стоков и составе солей в трубопроводах. В последнем доминирующими являются оксиды магния и фосфора (около 45 % общей массы вещества). Фосфаты магния, как известно, весьма малорастворимы в воде. Этим и обусловлено выпадение их из стоков и отложение на стенках труб.

Минералогический состав солей изучен методом расшифровки дифрактограммы (снят также ИК-спектр вещества). По наиболее интенсивным отражениям на рентгенофазовой дифрактограмме (рис.): 2,69, 4,26 и 5,62 Å, – диагностирован мономинеральный осадок – ромбический шестиводный фосфат магния и аммония (техногенный минерал струвит –  $\text{NH}_4\text{Mg}[\text{PO}_4]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Сравнение дифрактограммы с эталонными отражениями струвита [3] показывает (рис.) полное совпадение пиков и отсутствие других минералов.

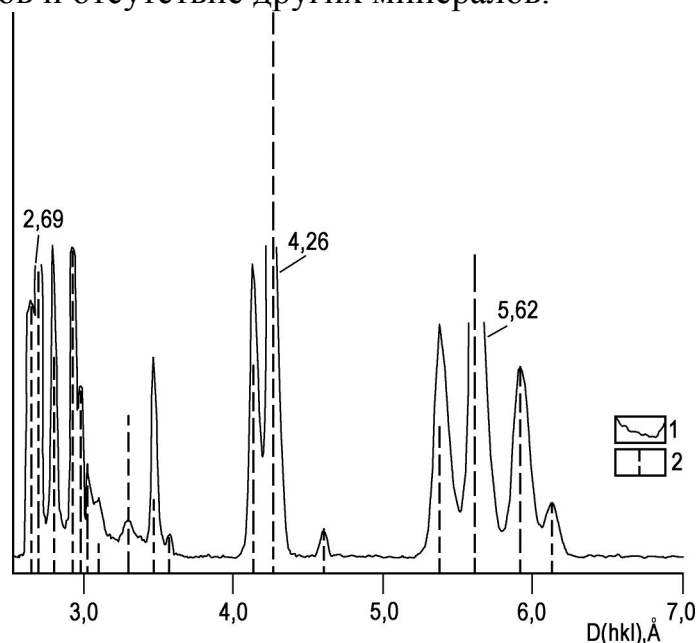


Рис. Дифрактограмма струвита, образованного в трубопроводах, транспортирующих животноводческие стоки: 1 – дифрактограмма, 2 – эталонные значения.

Струвит –  $\text{NH}_4\text{Mg}[\text{PO}_4]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , редко встречающийся в природе минерал, кристаллизуется в орторомбической сингонии, пр.гр. –  $\text{Pmn}2_1$ . Он обнаружен в минералах пещер и почв и считается продуктом жизнедеятельности определенного типа бактерий: *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* [4]. Жизнедеятельность этих бактерий сопровождается повышением рН, что создает условия для кристаллизации фосфатов. Струвит в ряде случаев является основной составляющей патогенных образований мочевой системы человека [2].

В свете изложенного важной является задача профилактических мероприятий по предотвращению отложения солей на стенках труб. Для решения этой проблемы перспективными представляются физические методы, связанные с воздействием на водную систему внешних полей (магнитных, электрических, ультразвуковых и пр.). Эти методы отличаются универсальностью, эффективностью и экономичностью. В последнее время для интенсификации процессов очистки воды широко применяют метод наложения на водно-дисперсные системы магнитного поля.

1. *Абдрахманов Р.Ф.* Заращение трубопроводов, транспортирующих животноводческие стоки. // Мелиорация и водное хозяйство. 1992. № 5-6. С. 34-35.

2. *Пальчик Н.А., Григорьева Т.Н., Мороз Т.Н., Родин Р.С.* Сравнительная кристаллохимия струвитов разной генетической принадлежности. / Матер. II национальной кристаллохимической конф. Черноголовка, 2000. (<http://xray.nifhi.ac.ru/nccc/>)

3. WWW-MINCRYST. Кристаллографическая и кристаллохимическая база данных для минералов и их структурных аналогов (<http://database.iem.ac.ru/mincryst/>).

4. *Gonzales-Munoz M.T. et al.* // Cryst. Growth (1996), 163, № 4. P. 434-439.