

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВОЙ СЕРЫ В НОВЕЙШИХ ЭКОТЕХНОЛОГИЯХ**

**Появление на Российском рынке гранулированной газовой серы и ее перепроизводство, как России, так и в мировом масштабе послужило основанием для продолжения научных исследований по применению гранулированной газовой серы, обладающей преимущественными техническими характеристиками по сравнению с комовой серой применительно к водным биотехнологиям.**

**Ключевые слова:** газовая сера, фильтрование, доочистка сточных вод, микроорганизмы цикла серы, регенерация, сорбция нефтепродуктов.

Текущее столетие ознаменовано интенсивными исследованиями химии элемента VI группы периодической системы Д.И. Менделеева под названием «сера» с атомным номером 16. Основной движущей силой таких исследований является кризис перепроизводства серы в последние годы на мировом рынке и поиск новых путей ее применения.

Актуальность данной темы связана с тем, что эксплуатация и освоение месторождений, содержащих сероводородсодержащее углеводородное сырье, сопровождается получением газовой серы. Дисбаланс рынка реализации серы приводит к ее перепроизводству и создает ряд производственных и экологических проблем.

Цель работы – продолжение базовых исследований по поиску и обоснованию применения газовой серы в новейших экотехнологиях.

В данной работе приводятся две из них:

- инновационная экотехнология доочистки сточных вод и утилизации осадков илов очистных сооружений и природных водоемов;
- инновационная экотехнология сорбции нефтепродуктов при аварийных разливах нефти с применением газовой серы.

Научный задел по теме работы был получен авторами ранее при разработке биотехнологии доочистки биологически очищенных промышленных сточных вод газоперерабатывающего завода, перерабатывающего сероводородсодержащее углеводородное сырье с применением комовой газовой серы [1], [2]. Следует отметить, что на момент проведения первоначальных научных исследований гранулированная газовая сера в России не производилась. Для проведения опытно-промышленных испытаний комовая газовая сера фракционировалась на калибровочных ситах вручную, что не позволило обеспечить ее мас-

штабное внедрение, хотя определенные новые научные результаты были получены.

Появление на Российском рынке гранулированной газовой серы и ее перепроизводство, как в России, так и в мировом масштабе, послужило основанием для продолжения научных исследований по применению теперь уже гранулированной газовой серы.

Фильтрование – метод, наиболее широко применяемый в водоподготовке и очистке сточных вод. Фильтры входят в большинство действующих и предлагаемых к внедрению систем доочистки биологически очищенных сточных вод. Чаще всего это фильтры с зернистой загрузкой. Проблемы, связанные с фильтрованием, требуют своего решения. Это поиск дешевых и эффективных фильтрующих материалов, разработка эффективных методов регенерации и интенсификация основного процесса.

Известно, что в соответствии с действующими нормативными документами [3] в качестве фильтрующего материала допускается использовать кварцевый песок, гравий, гранитный щебень, гранулированный доменный шлак, антрацит, керамзит, полимеры, а также другие зернистые загрузки, обладающие необходимыми технологическими свойствами, химической стойкостью и механической прочностью.

Всем этим требованиям соответствует гранулированная газовая сера, которая имеет ряд преимуществ по сравнению с комовой серой, а именно гранулы:

- обладают прочной поверхностью, сводящей к минимуму вероятность образования пылевидной фракции;
- не содержат влаги и, кроме того, имеют поверхность, предохраняющую от абсорбции влаги;

– обеспечивают однородность гранулометрического состава и возможность получать заданные параметры размера гранул серы.

Для проведения опытно-промышленных испытаний технологии доочистки сточных вод на действующих канализационных очистных сооружениях п. Павловка ООО «Газпром добыча Оренбург» использовался аппарат диаметром 1200 мм, объемом 4 м<sup>3</sup>, из которого был изготовлен фильтр осветлительный (типа ФОВ). После загрузки гранулированной технической серой, ее промывки, опытный фильтр включен в работу в режиме фильтрации. Обвязка технологическими трубопроводами и арматурой позволяли использовать фильтр в общей схеме фильтрации и промывки с индивидуальным отбором проб для химико-аналитического контроля.

Сущность экотехнологии доочистки сточных вод основывается на применении газовой серы в качестве фильтрующей загрузки и беспромывочной регенерации загрузки за счет трансформации органического вещества в неорганическое с помощью микроорганизмов цикла серы (ноу-хау). При этом были обеспечены следующие условия процесса биорегенерации:

- загрузка – сера;
- присутствие микроорганизмов, участвующих в круговороте серы;
- две стадии регенерации (анаэробная и аэробная).

Сравнение эффективности применения традиционных загрузок на примере кварцевого песка и гранулированной газовой серы в качестве фильтрующих загрузок скорых зернистых фильтров показывает целесообразность применения загрузки из гранулированной газовой серы.

Серная загрузка имеет следующие преимущества: невысокую стоимость, благоприятные условия для формирования биопленки микроорганизмов, способность к биорегенерации, снижение эксплуатационных затрат и нагрузки на очистные сооружения, снижение энергозатрат.

Аналогичный подход по использованию газовой серы и микроорганизмов цикла серы применен при разработке экотехнологии утилизации осадков илов очистных сооружений и органических донных отложений.

Развитие нефтегазодобывающей промышленности сопряжено с аварийными ситуациями, связанными с разливами жидких углеводородов

и их попаданием в водные объекты. Нефтяные разливы стали в последнее время постоянным фактором изменения экологической ситуации в локальном и глобальном масштабах [4].

Эффективность сорбента на основе газовой серы обусловлена особенностями физико-химического строения полимерной матрицы серы. Наличие пор обеспечивает доступ сорбируемого вещества внутрь сорбента, что приводит к извлечению сорбата не только за счет адсорбции (поглощения поверхностью), но и в результате абсорбции (поглощение всем объемом). Преимущество применения комовой газовой серы в качестве сорбента по сравнению с традиционными боновыми загрязнителями заключается в том, что этот сорбент можно использовать в труднодоступных местах и локализовать очаг нефтяного загрязнения. На применение предлагаемого сорбента не влияет минерализация воды, волнение ее поверхности, продолжительность удержания адсорбируемого вещества.

Применение экологически чистого препарата отличающегося плавучестью, не токсичностью, легкостью утилизации, простотой регенерации, позволяет снизить загрязнение окружающей среды и расширить применение газовой серы.

Предлагаемые биотехнологии, разработанные ранее на основе применения комовой серы, были представлены, вызвали интерес и получили высокую оценку на Международных инвестиционных форумах: «UNIDO» (Вена, Австрия, 1995), «Боритек-96» (Милан, Италия, 1996), российско-шведском симпозиуме (Стокгольм, Швеция, 1996), 2-м, 3-м и 4-м Международных конгрессах «Экватек-96», «Экватек-98», «Экватек-2000» (Москва, 1996, 1998 и 2000). На Международном симпозиуме «Экологические технологии для оздоровления мира» (Лас-Вегас, США, 1997) доклад президента фирмы «Экобиос» Цинберга М.Б. и проект под общим названием «Коммерческие перспективы новой биотехнологии с использованием серы для очистки сточных вод и обезвреживания органического осадка» награждены Дипломом и Сертификатом от имени руководства Группы глобальных технологий и бизнеса Организации Объединенных Наций и Международной Ассоциации Симпозиумов. Возможность реализации проекта на территории Оренбургской области крайне высока, т.к. в области функционирует Орен-

бургский газоперерабатывающий завод, где газовая сера является побочным продуктом производства.

В заключении следует отметить, что впервые в мире научно доказана и обоснована воз-

можность нетрадиционного применения газовой серы для решения экологических проблем, что открывает, по нашему мнению, новый путь к мировому рынку продаж серы в объеме до 2 млрд. долларов США.

29.08.13

**Список литературы:**

1. Устинова, Г.И. Фильтрация, адсорбция и биохимическая регенерация адсорбента в технологии подготовки сточных вод к повторному использованию на предприятиях, перерабатывающих сероводородсодержащие газы: дис.: ... канд. тех. наук: 05.17.01 / Министерство газовой промышленности Ордена Ленина всеююзное промышленное объединение «Оренбурггазпром» Волго-Уральский научно-исследовательский и проектный институт по добыче и переработке сероводородсодержащих газов. – Оренбург, 1988. – 190 с. Библиогр.: с. 17-25.
2. Цинберг М.Б. Гигиенические аспекты микробиологии и биотехнологии очистки промышленных сточных вод при добыче и переработке высокосернистого углеводородного сырья Прикаспия: дис.: ...док. мед. наук / Министерство здравоохранения Российской Федерации Оренбургский государственный медицинский институт. – Оренбург, 1993. – 50 с.
3. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85
4. Аренс, В.Ж. Эффективные сорбенты для ликвидации нефтяных разливов / Аренс В.Ж., Гридин О.М. // Экология промышленность России. – 1997. – №4. – С. 32-37

Сведения об авторах:

**Цинберг Марк Беньяминович**, президент ООО «НПФ «Экобиос»,  
доктор медицинских наук, профессор

**Ненашева Марина Николаевна**, вице-президент ООО «НПФ «Экобиос»,  
кандидат технических наук  
460000, ул. Расковой, 10а, e-mail: ecobios@rambler.ru

**UDC 628.356.3:628.33**

**Zinberg M.B., Nenasheva M.N.**

Scientific and product company «Ecobios», e-mail: ecobios@rambler.ru

**GAS SULFUR IN THE NEWEST TECHNOLOGIES**

Exclusive role of sulfur in a nature, its surprising features not peculiar to the majority of other chemical elements, cause interest to chemistry and technology of sulfur. One of ways of the decision of this problem is the development of effective processes final treatment of the biologically cleared waste water (BIOD), for example, filtering with use of cheap, accessible and similar materials. By firm «Ecobios» (Orenburg) for the first time in the world is scientifically proved and the opportunity of nonconventional application of gas sulfur for the decision of ecological problems proved, that opens, in our opinion new way to the world market of sales of sulfur in volume about \$2 000 000 000 USA.

Key word: gas sulfur, biological cleared waste water, microorganisms of cycling sulfur, regeneration of sulfur, sorbent, oil.

**Bibliography:**

1. Ustinov, G.I. Filtration, adsorption, and biochemical regeneration of the adsorbent in the preparation technology of wastewater for re-use in enterprises, processing hydrogen sulfide gases: Dis.:... Candidate. those. Sciences: 05.17.01 / Ministry of Gas Industry of the Order of Lenin All-Union Industrial Association «Orenburggazprom» Volga– Ural Research and Design Institute for the extraction and processing of hydrogen sulfide gas. – Orenburg, 1988. – 190 p. Refs.: P. 17-25.
2. Tsinberg, M.B. Hygienic aspects of microbiology and biotechnology for industrial wastewater treatment in the extraction and processing of high – Caspian hydrocarbons: Dis.:... Doc. honey. Science / Ministry of Health of the Russian Federation, Orenburg State Medical Institute. – Orenburg, 1993. – 50 p.
3. SP 32.13330.2012 «Sewer. External networks and facilities», «The updated version of SNIP 2.04.03-85.
4. Ahrens, V.J. Effective sorbents for oil spill / VJ Ahrens, Gridin OM // Ecology of Russian industry. – 1997. – №4. – P. 32-37