

УДК 615.2:54/414

Решение экологических проблем с использованием современных технологий

Е.И. Прахин^{1 a}, Э.В. Пономарева^{1 b}, М.М. Незнамов^{2 c}, С.И. Васильев^{2 d}¹Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера, ул. Партизана Железняка 3г, Красноярск, Россия²Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 82, Красноярск, Россия^aimpn@impn.ru, ^bs-vasilevl@yandex.ru, ^cm.neznamov@yandex.ru, ^ds-vasilevl@yandex.ru

Статья поступила 24.08.2014, принята 30.10.2014

Изучены возможности использования полимерных сорбентов в решении проблем очистки окружающей среды. Представлены сравнительные оценки полимерных сорбентов, в том числе в виде многокомпонентного варианта (картриджа). Описаны характеристики картриджа, доказывающие его преимущество перед сорбентами, используемыми в традиционных формах (гранулированными). Перечислены универсальные и модифицированные сорбенты, определены их основные направления востребованности для решения медико-экологических проблем. Загрязнение водных объектов вызывает их деградацию, поскольку загрязняющие вещества, попадая в живые организмы (гидробионты), нарушают биохимические процессы и сокращают продолжительность их жизнедеятельности. В связи с этим снижается потенциал водоема в регулировании химического состава и физико-химических условий поддержания устойчивости водной среды. В настоящее время в технологиях очистки стоков применяются самые различные методы: механические, физические, химические, электрофизические, электрохимические, физико-химические, в том числе гравитационная сепарация, флотация, коагуляция, электрофлотация, коалесценция, биологические методы очистки, озонирование, флокуляция, сорбция, реагентные методы, электродиализ, электрокоагуляция, ионный обмен, электрохимическое окисление, химическое восстановление, обратный осмос, ультра- и нанофильтрация. Как правило, используются эти методы в комбинации, что еще больше увеличивает стоимость очистных систем. Последнее еще раз подтверждает эффективность концепции избирательного подхода к локализации сорбента в ограниченный объем (картридж) для последующей регенерации сорбента и унификации его использования в устранении медико-экологических проблем.

Ключевые слова: очистка окружающей среды, полимерные сорбенты, картриджи, сменный механизм, кассетный гидроцилиндр.

Solving medical and environmental problems by using modern technologies

E.I. Prahin^{1 a}, E.V. Ponomareva^{1 b}, M.M. Neznamov^{2 c}, S.I. Vasilev^{2 d}¹Scientific Research Institution of North medical problems; 3G, Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, Russia²Siberian Federal University; 82, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, Russia^aimpn@impn.ru, ^bs-vasilevl@yandex.ru, ^cm.neznamov@yandex.ru, ^ds-vasilevl@yandex.ru

Received 24.08.2014, accepted 30.10.2014

Possibilities to use polymeric sorbents in solving the problems of environmental treatment have been studied. Comparative evaluations of polymeric sorbents, including those in the form of a multicomponent variant (cartridge), have been presented. Characteristics of the cartridge have been described, which prove its advantage over the sorbents, used in conventional forms (granulated). Universal and modified sorbents have been listed. Their main areas of demand for solving medical and environmental problems have been determined. Water pollution causes their degradation as the contaminants, entering the living organisms (hydrobionts), violate biochemical processes and shorten their life. Therefore, reservoir potential to regulate the chemical composition and physicochemical conditions for maintaining water medium stability is decreasing. Nowadays, a variety of methods are used in sewage treatment technique such as mechanical, physical, chemical, electrophysical, electrochemical, physicochemical, including gravity separation, flotation, coagulation, electroflotation, coalescence, biological treatment methods, ozonation, flocculation, adsorption, reagent methods, electrodiagnosis, electrocoagulation, ion exchange, electrochemical oxidation, chemical reduction, reverse osmosis, ultrafiltration and nanofiltration. Typically, these methods are used in combination, which further increases the cost of wastewater treatment systems. It confirms the effectiveness of the selective approach concept to sorbent localization in a limited volume (cartridge) for the subsequent sorbent regeneration and its unification when solving medical and environmental problems.

Key words: environmental treatment, polymeric sorbents, cartridges, replacement mechanism, cassette cylinder.

Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г. предусматривают комплекс мероприятий, направленных на создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей различных групп населения в здоровом питании в соответствии с

требованиями медицинской науки. При этом существенное значение придается расширению отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям безопасности и качества.

Решение проблем безопасности пищи и питания является предметом внимания гигиены питания. На самом же деле проблем так много, что они могут решаться только с привлечением большого круга специалистов. Часть из них работает на прикладном уровне (сельское хозяйство, пищевая промышленность, общественное питание). Многообразие причин можно классифицировать, определив и взяв за основу целевую составляющую — питание должно способствовать оптимальному уровню жизнедеятельности человека в любых условиях его существования, в разные периоды онтогенеза.

Безвредность достигается тем, что из питания должны быть удалены токсичные и опасные для здоровья вещества. На первый взгляд, эта проблема безопасности может показаться достаточно простой. Она касается качества пищевых продуктов на предмет содержания в них безвредных тяжелых металлов, радионуклидов, пестицидов, других химических загрязняющих веществ, патогенных микроорганизмов, простейших, гельминтов и биологических токсинов. Однако попадание последних в организм представляет опасность для здоровья человека. Последствия разнообразны и приводят к появлению новых пищевых продуктов с расширением количества технологий, развитию большого количества неинфекционных и инфекционных заболеваний. При этом возникают новые риски, и повышается вероятность возникновения болезней, от донезологического уровня до тяжелых форм с неблагоприятными, подчас инвалидизирующими последствиями. Корни возникающих проблем содержатся в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, торговле, сферах общественного или домашнего питания. Контроль качества и безвредности продуктов питания, каким бы тщательным он ни был, не решает проблем. Необходима разработка новых звеньев технологического процесса, позволяющих проводить сорбционную и биологическую очистку биосферы от загрязнений химического и биологического генеза.

Цель исследования. Поиск путей, обеспечивающих должную экологическую защиту технологических процессов создания продуктов питания и адаптированных к существующим традиционным технологическим процессам с целью соблюдения экологических требований.

Задачи исследования:

- изучить возможности использования полимерных сорбентов для очистки промышленных стоков;
- разработать оптимальные варианты технической продукции, имеющей товарную форму, обеспечивающую компактность, эстетичный вид, удобство транспортировки и долговременное сохранение полезных свойств.

Результаты исследования. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что полимерные сорбенты об-

ладают полной нейтральностью к окислительным процессам, устойчивостью к агрессивной среде и любым температурным условиям.

Они находят применение в технологии производства сахара путем фильтрации отходов, успешно решая проблему загрязнения окружающей среды предприятиями сахарной промышленности [1]. Картриджи с полимерными сорбентами в фильтрах магистральных трубопроводов сепаратора нашли применение и для обезвоживания отходов пивоваренного и солодовенного производства [2].

Рассматриваются сравнительные характеристики сорбирующих свойств полимерных сорбентов для очистки сельскохозяйственных земель, под водой и на поверхности воды при утечке нефтепродуктов и нефти. Показано, что сорбент Unipolymer-M («Униполимер-M») оказывает значительное положительное влияние на рост микроорганизмов, участвующих в очистке загрязненных нефтью почв, при условии стимуляции этих микробов с добавлением биогенных элементов, чтобы сбалансировать их рацион питания.

Для очистки почв, водоемов, сточных и технологических вод, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и другими органическими жидкостями, широко применяют адсорбенты на основе природных и синтетических материалов. Например, используются опилки, солома, торф, вспученный перлит и вермикулит, тонковолокнистые материалы из лавсана, акрилонитрила и полипропилена с емкостью от 4 до 30 весовых частей на одну весовую часть поглотителя.

Особенностью волокнистых материалов является многократное использование после извлечения поглощенных загрязняющих веществ в каландрах, центрифугах или других устройствах. Сегодня трудно сказать, какой из природных сорбирующих материалов пользуется широким промышленным спросом. Однако известны также синтетические материалы, обладающие высокой сорбционной способностью и высоким водопоглощением. Они имеют воспроизводимые и определенные характеристики, постоянный состав, технологичны, дешевы и могут быть получены непосредственно на месте применения. К их числу относятся различные полимерные материалы, физические и эксплуатационные свойства которых обеспечивают определенные преимущества перед сорбирующими материалами природного происхождения.

Для сбора и ликвидации проливов летучих, пожароопасных и токсичных органических жидкостей применим полимерный сорбент из модифицированной водорастворимой смолы. Благодаря технике вспенивания и отверждения сорбент имеет высокую пористость (84–93 %), причем до 90 % пор являются сквозными или открытыми.

Получаемая пена гидрофобна и не поддерживает горение. В товарном виде она представляет собой сухой порошок, состоящий из гранул неправильной формы с размерами до 10–20 мм, или блоки толщиной от 50 до 150 мм. Кажущаяся плотность полимера — 0,0070–0,014 г/см³ при истинной плотности компактного полимера 1 г/см³.

Свойства сорбента зависят от состава многокомпонентной композиции, которую создают при его полу-

чении. В частности, на кратность вспенивания существенное влияние оказывают поверхностно-активные вещества (ПАВ) и технология вспенивания (ультразвуковая, воздушно-механическая, ротационно-гидродинамическая (РГД)). С увеличением содержания ПАВ более чем 50,0 масс. ч кратность вспенивания растет. При увеличении концентрации синтетической полимерной смолы (СПС) от 5,5 до 9 мас. ч. кратность вспенивания уменьшается до 3,8 %, а в области до 5,5 масс. ч — увеличивается.

Непрерывно регистрируемое изменение количества сорбируемой жидкости дает возможность вычислить параметры капиллярной пропитки и рассчитать условно-пикнометрическую плотность, порозность «П», сорбционную емкость, выраженную соотношением мж/мс. Условно пикнометрическая плотность вычисляется для каждой конкретной жидкости, так как является характеристикой ее сорбирования, учитывает объем замкнутых, тупиковых (невпитывающих) пор и дает возможность рассчитать значение порозности, характеризующее % пористого пространства сорбента. Преимущества такого рода сорбентов очевидны.

В Сибирском федеральном университете изучены варианты использования сорбента для устранения разливов горюче-смазочных материалов и рекультивации почвы.

Затем было найдено техническое решение по высокотехнологичному проектированию и производству картриджей для полимерных сорбентов. Благодаря компактности, эстетичному виду, транспортабельности картриджи с полимерным сорбентом могут быть использованы во многих отраслях народного хозяйства. Хранение сорбента в картриджах устраняет образование пыли и сохраняет срок службы гранул сорбента.

Типоразмерный унифицированный ряд картриджей позволяет рассматривать сорбент для универсального применения в качестве конкурентного продукта в народном хозяйстве для экологически чистых производств.

Картридж представляет собой две полые решетчатые полусферы (рис. 1) объединяющиеся в форму шара посредством штифтового соединения, наполненные синтетическим сорбентом. На полюсах области соединения находятся две контактные посадочные поворотные площадки для установки картриджа в кассету карусельного автоматического сменного механизма барабанного типа. Система регенерации сорбента состоит из сменного механизма (рис. 2) картриджей и центрифуги. Сменный механизм представлен двухполостными гидроцилиндрами возвратно-поступательного действия.

Полости гидроцилиндра разделяются на транспортную картриджную и рабочую. В транспортной полости размещается картридж, рабочая полость предназначена для выполнения возвратно-поступательного движения с целью помещения картриджа в область между напорной и сливной магистралями очищаемых жидких отходов. Одна из полусфер картриджа имеет осевой фигурный вырез для крепления на штоке картриджной транспортной полости кассетного гидроцилиндра возвратно-поступательного действия. В одном из торцов кассетного гидроци-

линдра установлен моментный гидроцилиндр, который осуществляет разворот сферического корпуса картриджа на контактных поворотных площадках в корпусе кассетного гидроцилиндра для изменения положения фигурного осевого выреза с целью фиксации картриджа в барабане сменного механизма.

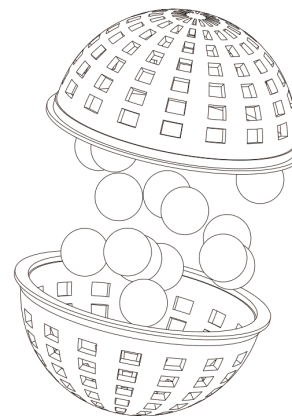


Рис. 1. Картридж с сорбентом

После установки и фиксации картриджа закрывается редукционный клапан, рабочая жидкость подается в рабочую полость, и картридж устанавливается кассетным гидроцилиндром в рабочее положение, открывая перепускной клапан. Перепускной клапан разблокирует напорный и сливной магистральные трубопроводы фильтруемой жидкой субстанции. Затем, по мере уменьшения сорбционной способности наполнителя картриджа, давление в транспортной картриджной полости кассетного гидроцилиндра возрастает, редукционный клапан рабочей полости перекрывается, рабочая жидкость поступает в рабочую полость кассетного гидроцилиндра, и цикл автоматической замены картриджа повторяется.

Загрязненный картридж под своим весом из кассеты попадает в накопитель центрифуги. Центрифуга автоматически начинает вращение, и производится регенерация картриджа. Отфильтрованные в процессе очистки фракции сливаются в экологически изолированный резервуар для дальнейшей специализированной обработки в соответствии с технологическим процессом. Затем очищенный картридж по замкнутому циклу снова поступает в транспортную картриджную полость гидроцилиндра сменного механизма.

Самым большим достижением по реализации программы внедрения картриджей с полимерным сорбентом в технологические процессы народного хозяйства можно считать незаметный на первый взгляд, но инновационный по сути вклад в достижение социальных, экономических целей и защиту окружающей среды. Данная разработка гармонично сочетает экологическую и экономическую составляющие технологических процессов в пищевой промышленности.

Такими свойствами обладают универсальные сорбенты, композиционные, модифицированные, полимикробные, огнезащитные, агрохимические, формовочные — «Униполимер-М», «Униполимер-БИО», «МЕНОМ», являющиеся совместными разработками Сибирского федерального университета и ООО «СибЭкосорб». Сорбенты имеют соответствующие серти-

фикуты безопасности по применению в агрохимии и рекультивации почвы для сельского хозяйства [7].

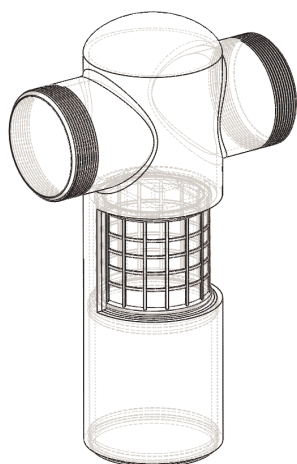


Рис. 2. Сменный механизм картриджей

В настоящее время решены проблемы товарной формы, обеспечивающей компактность, эстетичный вид, удобство транспортировки и долговременное сохранение полезных свойств. Такой формой является картридж. Его прообразом можно назвать природный вариант плода (яблока), в одном объеме обеспечивающего достаточно большое количество компонентов.

Таким образом, благодаря компактности, эстетичному виду, транспортабельности картриджи с полимерным сорбентом, несомненно, предпочтительнее существующих решений. И, что немаловажно, хранение сорбента в картриджах устраняет образование пыли и увеличивает срок службы сорбентов.

Искусственный рукотворный контейнер — картридж с полимерным сорбентом может содержать гораздо большее количество полезных веществ, избирательно и грамотно подобранных для определенного технологического процесса.

Главными целями (*grand objectives*), выявленными в результате анализа инструментальными средствами Business Intelligence, являются:

- обеспечение должной экологической защиты технологических процессов с использованием картриджей с полимерным сорбентом;
- адаптивность новых технологий к существующим традиционным технологическим процессам с целью соблюдения экологических требований;
- унификация и удешевление производства за счет применения более технологичных компонентов фильтрующих элементов;
- повышение производительности благодаря автоматизированной смене картриджей.

Таким образом, использование универсальных картриджей с полимерным сорбентом выполняет в первую очередь задачу экологической защиты технологических процессов в производстве продуктов питания и предоставляет новый технологический ресурс предприятиям

— без обновления оборудования, при минимальных затратах.

Литература

1. Егорова М.И., Пузанова Л.Н., Рыжкова Е.П. Оценка экологичности технологий производства сахара // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 10. С. 8–11.
2. Литвинчук А.А. Использование вторичных ресурсов пивоваренного производства // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XI Международной научно-практической конференции (Минск, 3-4 октября 2012 г.) / Национальная академия наук Беларуси, РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию". Минск, 2012. С. 54-57.
3. Кантерова А.В., Важинская И.В., Новик Г.И. Физиолого-биохимическая характеристика грибов, перспективных для использования в пищевой промышленности // Инновационные технологии в пищевой промышленности. Минск, 2012. С. 84-86.
4. Андреева П.П. *Применение комплексных сорбентов для очистки металлов*: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2006.
5. Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Вельп А.Я., Крылышкин Р.Н., Марьянчик Д.И. Эксплуатационные свойства полимерных сорбентов // Техника и технологии: сб. ст. Красноярск: Сиб. федер. ун-т. Т. 4, № 4. С. 369-379.
6. Незнамов М.М., Рамазанова Н.И. Технологии Business Intelligence для типоразмерного ряда картриджей полимерных сорбентов // Материалы X Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем». Уфа, 2013. С. 186-192.
7. Левченко А.Г., Витковский М.И., Федотова А.С., Куркин В.А. Рекультивация почв сельскохозяйственного назначения с применением сорбента «Униполимер-М» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2013. С. 42-46.

References

1. Egorova M.I., Puzanova L.N., Ryzhkova E.P. Assessment of environmental technologies for production of sugar // Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. 2009. № 10. P. 8–11.
2. Litvinchuk A.A. The use of secondary resources of the brewing industry: materialy XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Minsk, 3-4 oktyabrya 2012 g.) / Natsional'naya akademiya nauk Belarusi, RUP "Nauchno-prakticheskii tsentr Natsional'noi akademii nauk Belarusi po prodovol'stviyu". Minsk, 2012. P. 54-57.
3. Kanterova A.V., Vazhinskaya I.V., Novik G.I. Physiological and biochemical characteristics of fungi are promising for use in the food industry // Innovatsionnye tekhnologii v pishchevii promyshlennosti. Minsk, 2012. P. 84-86.
4. Andreeva P.P. The use of complex sorbents for metal cleaning: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2006.
5. Melkozerov V.M., Vasil'ev S.I., Vel'p A.Ya., Krylyshkin R.N., Mar'yanchik D.I. The performance properties of polymeric sorbents // Tekhnika i tekhnologii: sb. st. Krasnoyarsk: Sib. feder. un-t. T. 4, № 4. P. 369-379.
6. Neznamov M.M., Ramazanova N.I. Tekhnologii Business Intelligence technology to standard series cartridges polymeric sorbents // Materialy X Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi koferentsii «Наука, образование, proizvodstvo v reshenii ekologicheskikh problem». Ufa, 2013. P. 186-192.
7. Levchenko A.G., Vitkovskii M.I., Fedotova A.S., Kurkin V.A. Reclamation of agricultural soils using "Unipolimer-M" sorbents // Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse, 2013. P. 42-46.