

КОНСТРУКЦИЯ РЕАКТОРА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ИНАКТИВАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ АПТЕКИ

Харитончик А.И., Авсейко М.В., Яранцева Н.Д.

Белорусский государственный медицинский университет
кафедра фармацевтической химии, г. Минск

Ключевые слова: реактор, фармацевтические отходы, химическая инаktivация, утилизация.

Резюме: данная статья посвящена конструкции реактора для проведения утилизации фармацевтических отходов с помощью химических реактивов в условиях аптеки. Приведена схема данного реактора, указаны все основные компоненты и их функции. Обоснована их целесообразность, а также материалы для их производства.

Resume: this article is devoted to the design of a reactor for the disposal pharmaceutical waste using chemical reagents at the pharmacy. The diagram of this reactor is given, all the main components and their functions are indicated. Their expediency, as well as materials for their production, are substantiated.

Актуальность. На сегодняшний день фармацевтический рынок является одним из самых высокодоходных и быстрорастущих секторов мировой экономики. Однако рост потребления лекарственных средств (ЛС), обусловленный старением населения в индустриально развитых странах, общим ростом заболеваемости, связанным с ухудшением экологической обстановки, прогрессирующим и хронизацией заболеваний, нерациональным использованием ЛС и другими причинами, приводит к соответствующему росту количества фармацевтических отходов [1,2]. Европейское агентство по окружающей среде еще в начале 21 века определило влияние активных фармацевтических субстанций на окружающую среду глобальной проблемой [3]. В настоящее время наиболее распространенным способом утилизации фармацевтических отходов является слив в канализацию. Лекарственные средства способны накапливаться в поверхностных водах озер и рек, грунтовых водах, животных и растительных организмах. Все это оказывает непоправимый вред экологии, что, помимо прямого ущерба окружающей среде, приводит к экономическим потерям государств на ликвидацию данных последствий [4]. Таким образом, создание единых механизмов утилизации фармацевтических отходов является актуальной задачей не только в пределах нашей страны, но и на глобальном уровне.

Цель: разработка конструкции реактора для проведения химических реакций инаktivации фармацевтических отходов в условиях аптеки.

Задачи: 1. Проектирование схемы реактора; 2. Обоснование основных элементов конструкции реактора и используемых материалов.

Материал и методы. Для построения чертежа реактора был использован универсальный векторный редактор, графическая платформа для систем

автоматизированного проектирования (САПР) nanoCAD, произведенная компанией «Нанософт».

Результаты и их обсуждение. Используя графический редактор nanoCAD компании «Нанософт» был построен графический чертеж емкостного химического реактора периодического действия (рисунок 1). Основу реактора составляет цилиндрический корпус (2), закрытый сверху опрокидывающейся крышкой. Данная форма обеспечивает равномерный контакт утилизируемых веществ с реактивами, применяемыми для их деструкции и протекание химических реакций во всем объеме реактора [5]. Корпус реактора помещен в металлический кожух (1), предназначенный для защиты обслуживающего персонала реактора, а также самого реактора от внешнего воздействия. Материалом для изготовления реактора служит нержавеющая сталь, в связи с тем, что данный материал не вступает во взаимодействия с используемыми для инактивации фармацевтических отходов концентрированными кислотами и щелочами. Кожух может быть изготовлен из стали AISI 316, характеризующейся высокими концентрациями никеля, а также добавкой молибдена, что обеспечивает устойчивость к атмосферной коррозии, действию кислот, в особенности серной кислоты и ее солей. Также такой сплав инертен по отношению к воде и не выделяет токсичных веществ при контакте с ней.

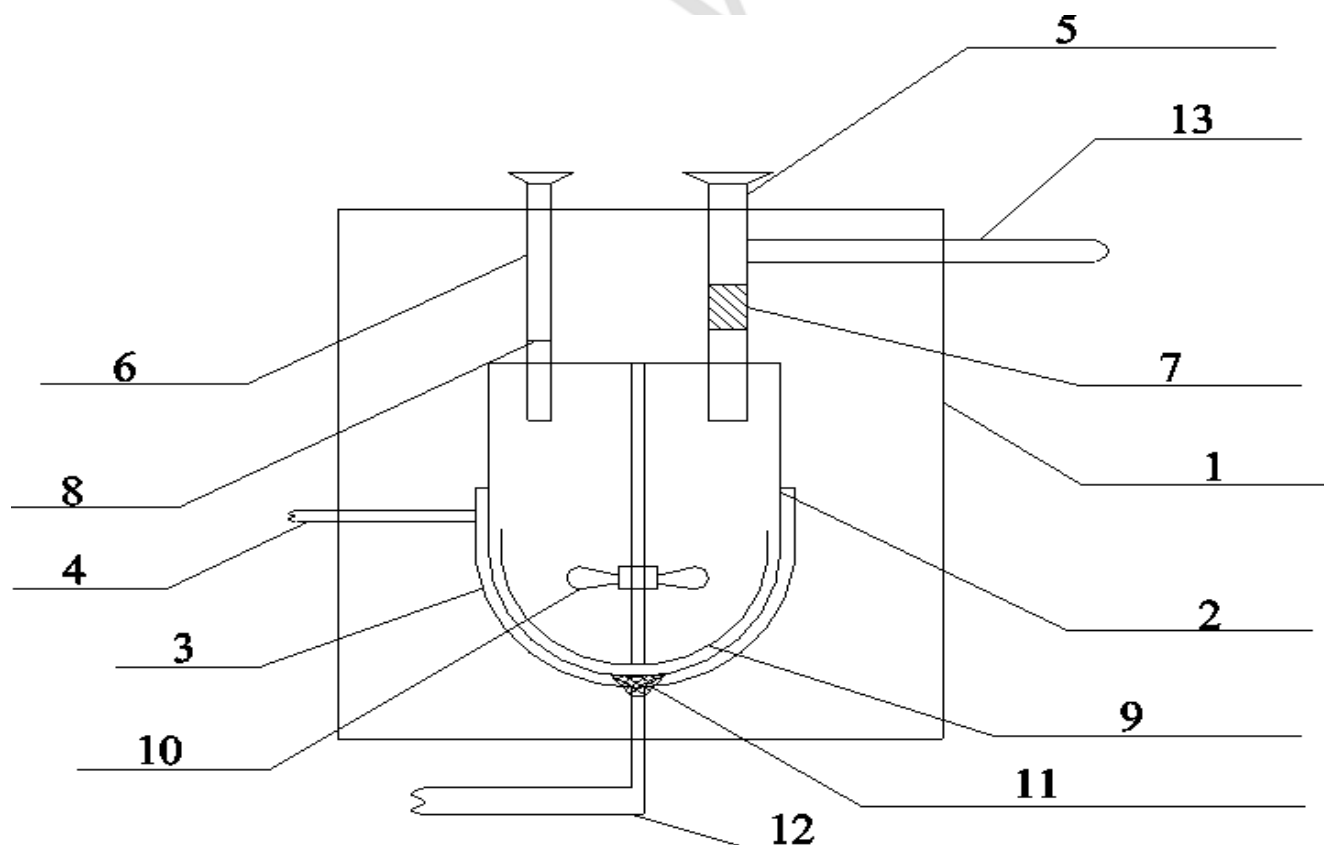


Рис. 1 – Схема химического реактора (пояснения в тексте)

Устройство ввода химических реагентов и фармацевтических отходов представлено патрубками номер 5 и 6. Через патрубок 6 осуществляется введение химических реактивов для инактивации отходов. Патрубок снабжен специальным пропускным устройством для дозирования количества реагента для каждой последующей реакции; блок управления дозирующим устройством вынесен на корпус кожуха реактора. Патрубок 5 предназначен для введения в реактор фармацевтических отходов в разных лекарственных формах. Жидкие лекарственные формы непосредственно вносятся в реактор из первичной упаковки; для густых жидкостей первоначально предполагается разбавление до жидкой консистенции с целью уменьшения потерь на стенках реактора. Твердые лекарственные формы загружаются в патрубок освобожденными от первичной упаковки (рассматривается также возможность загрузки в реактор твердых ЛФ непосредственно в первичной или вторичной упаковке). Для измельчения твердых лекарственных форм предназначено устройство для механического измельчения или шредер (7). Он представляется собой ряд ножей, вращающихся с определенной скоростью в противоположных направлениях. Данный измельчитель является съемным, при утилизации жидких и мягких форм он изымается. Мягкие лекарственные формы непосредственно помещаются в патрубок, возможно также предварительное растворение с целью уменьшения потерь либо помещение их в первичной упаковке и полная дезинтеграция с использованием измельчителя. Ампульные лекарственные средства помещаются в неповрежденном виде в ампулах. Патрубок 6 изготавливается из нержавеющей стали, патрубок 5 не контактирует с агрессивными средами и может быть изготовлен из промышленной стали без использования легирующих добавок.

В патрубок 5, выше места расположения шредера открывается патрубок 13. Он предназначен для очищения патрубка 5 от осажденных частиц фармацевтических отходов, промывания шредера, а также для разбавления реакционной смеси по окончании протекания реакций утилизации с целью снижения концентрации химических реагентов, непрореагировавших в ходе реакции. Также через патрубок 13 осуществляется поступление воды для промывания реактора после спуска реакционной смеси в систему канализации. Патрубок 13 изготавливается из промышленной стали.

Перемешивание реакционной смеси осуществляется двумя мешалками, подключенными к электродвигателю. Пропеллерная мешалка (10) осуществляет общее перемешивание смеси в трех различных осях. Якорная мешалка (9) в большей степени предназначен для перемешивания вязких жидкостей, а также для предотвращения скапливания частиц смеси на стенках и дне реактора. Изготавливаются они из стали AISI 316.

Для создания необходимой температуры в процессе реакции используется тепловая рубашка (3). Основным теплоносителем в аптечных условиях является горячая вода, который поступает в рубашку через патрубок 4. Так как большинство реакций утилизации не требуют нагревания более 100°C, горячая вода отвечает всем необходимым требованиям, предъявляемым к теплоносителю. В качестве

альтернативного варианта возможно использование в качестве теплоносителя глухого водяного пара.

После окончания реакции инактивации получившаяся смесь разбавляется водой из патрубка 13, как описано выше. Разбавленная смесь сливается из реактора через патрубок 12, непосредственно соединенный с системой канализации. Данный патрубок также изготавливается из нержавеющей стали. Непосредственно в патрубке имеется специальный съемный фильтр (11). Он предназначен для удержания от слива нерастворимых частиц фармацевтических отходов, частиц упаковки, стекла. Удаление нерастворившихся отходов из реактора проводится вручную через откидывающуюся крышку.

Предлагаемый реактор позволяет проводить химическую инактивацию фармацевтических отходов и выведение через систему канализации их неактивных метаболитов, представляющих значительно меньшую опасность для окружающей среды.

Выводы: 1. С помощью графического редактора nanoCAD был создан чертеж реактора для проведения реакций химической инактивации фармацевтических отходов; 2. Основные элементы реактора: корпус, кожух, патрубки для ввода химических реагентов и фармацевтических отходов, патрубки для промывания реактора, смыва отработанной смеси, якорная и пропеллерная мешалки – разработаны таким образом, чтобы обеспечить максимально эффективную, безопасную и экономичную химическую инактивацию фармацевтических отходов. Элементы реактора, непосредственно взаимодействующие с агрессивными средами, изготавливаются из нержавеющей или легированной стали AISI 316. Остальные элементы изготавливают из промышленной стали без добавления легирующих добавок. Рассматривается возможность использование полимерных материалов, устойчивых к воздействию агрессивных сред, в конструкции реактора.

Литература

1. Felicity Thomas. Фармацевтические отходы в окружающей среде: взгляд с позиции культуры // Панорама общественного здоровья. - 2017. - №1. - С. 133-139.
2. Прожерина Ю. Фармацевтические отходы как новая экологическая проблема // Ремедиум. - 2017. - №11. - С. 14-19.
3. European Environment Agency. Pharmaceuticals in the environment: results of an EEA Workshop // EEA Technacl Report. - 2010. - №1. - С. 1-34.
4. Aronowitz R. Risky medicine: our quest to cure fear and uncertainty. - Chicago: The University of Chicago Press, 2015. - 288 с.
5. Петьков В.И., Корытцева А.К. Химические реакторы. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 71 с.