ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Исмайлов Бахтияр Муратбаевич

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, г.Нукус

E-mail: bahtiyar.ismailov@mail.ru

Annotatsiya: Suvda eruvchan polimerlar yaxshilangan funksional xususiyatlari va arzonligi tufayli xalq xo‘jaligi va sanoatning turli tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Bunday polimerlardan biri akrilamid polimerlarining turli shakllaridir. Ular oziq-ovqatdan tortib kimyo sanoatigacha bo'lgan hamma narsada qo'llanilishini topdilar. Ushbu sharhda poliakrilamid polimerlarining asosiy qo'llanilishi muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: poliakrilamid, sopolimer, eroziya, anion poliakrilamid, kation poliakrilamid, gidrogel.

Аннотация: Водорастворимые полимеры широко используются в различных отраслях народного хозяйства и промышленности благодаря улучшенным функциональным характеристикам и доступности. Одним из таких полимеров являются различные формы акриламидных полимеров. Они нашли применение от продуктов питания до химической промышленности. В данном обзоре обсуждаются основные области применения полиакриламидных полимеров.

Ключевые слова: полиакриламид, сополимер, эрозия, анионный полиакриламид, катионный полиакриламид, гидрогель.

Abstract: Water-soluble polymers are widely used in various sectors of the national economy and industry due to improved functional characteristics and affordability. One such polymer is the various forms of acrylamide polymers. They found application in everything from food to the chemical industry. This review discusses the main applications of polyacrylamide polymers.

Keywords: polyacrylamide, copolymer, erosion, anionic polyacrylamide, cationic polyacrylamide, hydrogel.

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из важных экологических проблем является загрязнение воды, фиксация подвижных песков, формирование структур в почвах для улучшения инфильтрации и плодородия в них. Многочисленные исследования показали, что акриламидные полимеры и их модификации могут решать проблемы флокуляции, формирования структуры в дисперсных системах и многие другие.

ISSN 3030-3907

Очистка природных и сточных вод от загрязнения сегодня очень актуальна. В настоящее время для повышения эффективности очистки сточных вод, содержащих нерастворимые твердые компоненты, используются высокомолекулярные водорастворимые соединения - флокулянты. В качестве флокулянтов используются синтетические полимерные соединения: полиакриламид (ПАА), оксид полиэтилена, сополимеры акрилонитрила и др. [1]. Преимущество этих полимерных флокулянтов заключается в том, что они обычно имеют более высокую молекулярную массу, чем природные, их производство дешевле, чем выделение агентов из природных соединений.

Водорастворимые полимеры широко используются в различных отраслях народного хозяйства и промышленности благодаря улучшенным функциональным характеристикам и доступности.

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наиболее известным и широко распространенным синтетическим флокулянтом в мире является ПАА. Это связано с его низкой стоимостью, относительно низкой токсичностью, достаточно высокой эффективностью во многих процессах флокуляции, особенно в сочетании с коагулянтами.

Реакционноспособная амидная группа ПАА позволяет проводить ряд реакций, в результате которых получаются флокулянты различных типов.

Потери почвы от эрозии в мире только за текущий год оцениваются в 5 669 139 гектаров. Опустынивание земель увеличилось на 9 716 724 га. В естественных условиях повышенная эрозионная опасность проявляется на склоновых землях, которые либо вспахиваются и используются в сельском хозяйстве для выращивания различных культур, либо заняты подвижными песками. В работах ряда авторов [2-4] доказано, что такие свойства почвы, как структура, водостойкость агрегатов, содержание гумуса и влажность, являются основными факторами, определяющими их противоэрозионную и противодефляционную стойкость.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА

Установлено, что противоэрозионная эффективность в первую очередь зависит от дозы полимера, его природы и способа внесения в почву. С увеличением дозы полимера повышается и эрозионная стойкость почв, однако эффективность единицы препарата снижается. Свойства самой почвы оказывают большое влияние на эффективность полимерных препаратов в повышении устойчивости почв к эрозии. Для предотвращения вымывания поверхности почвы и переноса поверхностного стока в подземный сток необходимо устраивать верхний слой почвы толщиной 3-10 см [5].

ISSN 3030-3907

В экспериментах Калифорнийского университета (США) применение ПАВ в виде гранул и водного раствора (дозы 67 и 134 кг/га) снизило эрозию почвы с 101 т/га до 2,3 и 4,5 т/га. Порошкообразная ПАА (16,8 кг/га) полностью исключала эрозию [6].

Основное применение полиакриламида - как недорогого водорастворимого полимера с полиэлектролитными свойствами. Ниже приведены основные области применения ПАА [7]:

1. В качестве коагулянта и флокулянта при очистке воды (питьевая и технологическая вода).

2. Приготовление гелей (гидрогелей) для химического анализа сложных биологических систем.

3. Медицина, полиакриламидный гель используется в травматологии (Noltrex, Noltrexin) для лечения остеоартрозов, артрозов, остеоартрозов, артритов, урологии (Dem+), косметологии (Argiform).

4. В производстве минеральных удобрений.

5. В молекулярной биологии ПАА используется в качестве поддерживающей среды для гель-электрофореза белков и нуклеиновых кислот (так называемый ПААГ-электрофорез).

6. Использование в нефтяной промышленности для заводнения и проведения ремонтно-изоляционных работ на скважине.

7. Полиакриламид используется в нефтяных буровых растворах в качестве регулятора потерь жидкости и ингибитора реакции набухания глины.

Анионный полиакриламид - это отрицательно заряженный полимер [8]. Поэтому он может притягивать к себе частицы почвы, глины или песка. Этот тип полиакриламида используется в ирригационных системах для почв и сельскохозяйственных культур, переработке продуктов жизнедеятельности животных, процессе бурения скважин и добычи полезных ископаемых. Катионный полиакриламид имеет положительный заряд, поэтому он используется для очистки и очистки сточных вод, очистки питьевой воды, очистки бумажного сырья и т.д. Неионный полиакриламид - это незаряженный полимер. Он используется очень редко. Он часто используется в горном процессе.

Полиакриламид считается универсальным химическим веществом, используемым для гелеобразования жидкостей в процессе производства пленок. Он также действует как высококачественный коагулянт и флокулянт. Этот материал был впервые изготовлен в 1950 году [8].

Влияние условий получения гидрогелей на основе акриламида и N,N'-метиленбисакриламида на свойства гелей в конденсированном состоянии и

ISSN 3030-3907

на структуру полимерной сетки было изучено с использованием ИК- и ЯМР-спектроскопии, термомеханического анализа и компьютерного моделирования. Было обнаружено, что в зависимости от этих условий гели оказывают различное физиологическое воздействие на живой организм [9].

Энергетический кризис, резкое ухудшение экологического состояния окружающей среды, недостаточная эффективность средств предупреждения и ликвидации последствий стихийных бедствий (массовых пожаров, землетрясений, наводнений и т.д.) и техногенных аварий стали одной из важнейших проблем практически для всех стран нашей планеты в последние десятилетия. Низкая эффективность технологий и технических средств, используемых в промышленных масштабах, а также для решения техногенных и экологических проблем с точки зрения экологии и энергосбережения, может угрожать национальной безопасности даже в развитых странах мира.

Представленная статья показывает, что создание и использование гидродинамически активных композиций на основе водорастворимых высокомолекулярных полимеров (ВМП) и мицеллообразующих поверхностно-активных веществ может решить ряд проблем энергосбережения, экологии и техногенной экологической безопасности при пожаротушении, аварийном откачке сточных вод, решении экологических проблем крупных животноводческих комплексов и т.д. [10]

Внесение препаратов на основе полиакриламида (ПАА) в почву аридных регионов оказывает выраженное положительное влияние на рост и выживание растений. Широкое применение акриловых полимеров ограничено, главным образом, высокой стоимостью таких препаратов. Синтез полимеров с органоминеральными наполнителями (солома и твердые отходы биотехнологического производства акриловых мономеров) снизит их стоимость, а биоразложение этих отходов может служить дополнительным источником питания растений. Кроме того, полиакриламидный гель можно рассматривать как потенциальный носитель инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и удобрений [11].

Полимеры на основе акриламидов широко используются в очистке сточных вод, сельском хозяйстве, медицине и фармацевтической промышленности [12]. Основным методом получения полимеров на основе акриламида (АА) является радикальная растворная полимеризация. Менее распространенным способом получения таких полимеров, в частности полиакриламида, является фронтальная полимеризация (ФП). ФП является простым и удобным технологическим методом полимеризации [13].

ISSN 3030-3907

Одним из основных преимуществ ФП является низкое энергопотребление, поскольку реакции ФП являются экзотермическими и самостоятельными. Синтез также можно осуществить без использования растворителей. Важным преимуществом ФП является возможность реализации процесса в высокопроизводительных трубчатых непрерывных реакторах. Для предотвращения и борьбы с этим опасным явлением применяются различные методы, например, различные химические полимеры и структуранты. Полиакриламид (ПАА) - высокомолекулярный полимер. Известно, что ПАА на орошаемых землях уменьшает уплотнение поверхности и образование корки, предотвращает проявление последствий эрозии [14].

Высокомолекулярный (106×107 Да) полиакриламид обычно используется в качестве флокулянта при очистке воды и сточных вод, в качестве кондиционера почвы, а также в качестве модификатора вязкости и трения как при повышенной нефтеотдаче, так и при крупногабаритном гидроразрыве. Представлен краткий обзор современных применений высокомолекулярных ПАА, включая потенциал деградации ПАА химическими, механическими, термическими, фотолитическими и биологическими процессами.

Затем обсуждаются методы очистки сточных вод, содержащих частично деградированные ПАА, а также вопросы, связанные с потенциальной токсичностью и подвижностью ПАА в окружающей среде после утилизации или случайного выброса [15].

Человечество столкнулось с климатическим и энергетическим кризисом, требующим глобальных и быстрых действий по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и жизнь миллионов людей. Среди всех дисциплин, играющих важную роль, химия имеет возможность переосмыслить способ создания молекул и найти инновации для снижения общего антропогенного воздействия на окружающую среду. Представлен обзор литературы и последних разработок в области производства и конечного использования полимеров на основе акриламида в соответствии с концепцией "зеленой химии." После рассмотрения вариантов источников сырья (из ископаемых или биологических источников) обсуждается совершенствование производства мономеров, затем вторая часть посвящена процессам производства полимеров и способам снижения энергопотребления и выбросов CO_2. Анализ показывает, что полиакриламиды помогают снизить воздействие на окружающую среду: сельское хозяйство или очистка сточных вод [16].

ISSN 3030-3907

Высокомолекулярный ПАА широко используется в разработке нетрадиционного природного газа в качестве "редуктора трения" для минимизации потерь на трение при откачке. Редукционные свойства ПАМ обусловлены удлинением полимера, что приводит к затуханию квазипродольных вихрей, характерных для турбулентного течения [17].

Анионные полиакриламиды лучше работают в качестве стабилизаторов сопротивления в пресной воде; катионный ПАА показал улучшенные показатели при высокой солености за счет снижения электростатического отталкивания от экранирования электролитом, содержащим анионные частицы [18].

ПАМ также широко используется в качестве флокулянта при очистке питьевой воды (в концентрациях <1 мг/л) [19]. ПАА может создавать мостики между дестабилизированными частицами, образуя агрегаты размером микрон с хорошими осаждающими свойствами. Для флокуляции были изучены катионные, неионные и анионные ПАА. Флокуляционная и адсорбционная способность увеличивается с увеличением молекулярной массы из-за большего числа связывающих контактов [20].

Полиакриламид против эрозии почвы используется с [23] года благодаря своей эффективности в улучшении структуры агрегатов и их стабильности даже при низких затратах на обработку почвы [24, 25]. Данные показывают, что флокулирующие материалы, такие как ПАА, способны связывать частицы почвы и тем самым снижать неблагоприятные физико-химические эффекты [26], в то время как агрегация увеличивает пористость между контактирующими частицами и скорость инфильтрации воды, что также повышает устойчивость почвенных агрегатов [27].

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полиакриламиды повышают устойчивость почвенных агрегатов на 17-18%, увеличивая скорость инфильтрации более чем в 2 раза. Наилучшую характеристику стабильности продемонстрировала катионная форма полиакриламида.

Однако, необходимо проводить дальнейшие исследования и клинические испытания, чтобы более полно раскрыть потенциал этих полимерных систем и подтвердить их безопасность и эффективность в практическом применении.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку биоразлагаемых и низкозатратных полиакриламидных композиций, синтезированных с использованием возобновляемого сырья и принципов зелёной химии. Это позволит расширить их применение в экологически ориентированных технологиях земледелия и водоочистки.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.В. Федусенко, О.С. Федорец Влияние молекулярной массы и степени гидролиза полиакриламида на водно-бентонитные суспензии // Международный научный журнал "Инновационная наука" № 04-4/2017. 32-34.
2. Глазунов Г.П. Основы теории потери почвы от ветровой эрозии // Евразийское почвоведение. - 2001. - № 12. - 1493-1502 с.
3. Зайдельман Ф.Р. Мелиоративное почвоведение. - Под ред. 3-е, перераб. И дополнительно - М.: МГУ, 2003- 448 с.
4. Карначевский Л.О. Почвы, мелиорация и охрана природы - М.: Знание, 1987- 60 с.
5. Кулдашева Ш.А. Коллоидно-химические закономерности закрепления движущихся песков многофункциональными структурантами // 02.00.11 - Коллоидная и мембранная химия диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук. Ташкент - 2018. 257 с.
6. Колл "Cose studies on desertification" Подготовлено ЮНЕСКО (ЮНЕП) Под редакцией Дж.М.Мобута и К.Фларе. - Печать, 1980. - 279 с.
7. https://promplace.ru/himicheskie-soedineniya-staty/poliakrilamid-2307.htm
8. Лопатин В.В., Аскадский А.А., Перегудов А.С., Берстнев В.А., Шехтер А.Б. Структура и свойства полиакриламидных гелей, используемых в медицине // Высокомолекулярные соединения, серия А, 2004, V. 46, № 12. - С. 2079-2090.
9. Симоненко А.П., Асланов П.В., Собко А.Ю., Фоменко С.А. Решение проблем экологии и техногенно-экологической безопасности за счет использования гидродинамически активных составов // Вестник Донецкого национального университета. Серия d: Технические науки. 2018. № 1. - С. 73-94.
11. Hayat, R. Water absorption by synthetic polymer (Aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield / R. Hayat, S. Ali // Int. J. Agri.Biol. 2004. Vol. 6, № 6. P. 998-1002.
12. Frontal polymerization as a new method for developing drug controlled release systems (DCRS) based on polyacrylamide / Elisabetta Gavini [et al.] // European Polymer Journal. – 2009. – № 45. – P. 690-699.
13. Фронтальная полимеризация в реакторах непрерывного тока / С.П. Давтянь, А.О. Тоноян // Обзорный журнал химии. - 2019. - Т. No 9, № 4. - С. 175 - 196.
14. Green V. S., Scott D. E. Polyacrylamide: a review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment // Sustaining the Global Farm: the 10th

ISSN 3030-3907

International Soil Conservation Organization Meeting held May 24–29, 1999. – West Lafayette: Purdue University, 2001. – P. 384–389.
15. Green, V.S. Polyacrylamide: a review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment / V.S. Green, D.E. Stott // D.E. Stott, R.H. Mohtar, G.C. Steinhardt (eds). Sustaining the Global Farm. 2001. P. 384–389.
16. Braun O, Coquery C, Kieffer J, Blondel F, Favero C, Besset C, Mesnager J, Voelker F, Delorme C, Matioszek D. Spotlight on the Life Cycle of Acrylamide-Based Polymers Supporting Reductions in Environmental Footprint: Review and Recent Advances. Molecules. 2021 Dec 22;27(1):42. doi: 10.3390/molecules27010042. PMID: 35011281; PMCID: PMC8746853.
17. Dubief, Y. et al. New answers on the interaction between polymers and vortices in turbulent flows. Flow. Turbul. Combust. 74, 311–329 (2005).
18. Pei, Y., et al. Investigation of the degradation and stability of acrylamide-based polymers in acid solution: Functional monomer modified polyacrylamide. Petroleum 2, 399–407 (2016).
19. Wong, S., Teng, T., Ahmad, A., Zuhairi, A. & Najafpour, G. Treatment of pulp and paper mill wastewater by polyacrylamide (PAM) in polymer induced flocculation. J. Hazard Mater. 135, 378–388 (2006).
20. Guezennec, A. G. M., et al. Transfer and degradation of polyacrylamide-based flocculants in hydrosystems: a review. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 22, 6390–6406 (2015).
21. Большаков А.И., Кузина С.И., Кирюхин Д.П. Активные центры и особенности спонтанной полимеризации акриламида в глицерине // Высокомолекулярные соединения, серия А, Том 50. - 2008. № 10. - С. 1777-1785.
22. Kulicke, W.M., Böse, N. [η]-M-relationship for polyacrylamide in aqueous 0.1 M Na_2SO_4 solution. Polymer Bulletin 7, 205–210 (1982). https://doi.org/10.1007/BF00255316
23. Османов Т., Козлова Н.В. Полимеризация акриламида в концентрированных водных растворах в присутствии щелочных гидролизующих агентов. //Пластмассы. - 1991. - № 8. - С. 9-11.
24. Нейн, Ю. И. Химия и технология макромолекулярных соединений: учебное пособие - метод. И. Нейн, О. С. Елцов, М. Ф. Костерина; [науч. ред. Т. В. Глухарева]; Министерство образования и науки Рос. Федерация, Уральск. федерация. ун-т.- Екатеринбург: Изд-во "Урал." ун-та, 2018. - 116 с.
25. Pedro Henrique Hermes de Araujo, Claudia Sayer, Reinaldo Giudici, Joao G.R. Poco Techniques for reducing residual monomer content in polymers: A review April 2004. Polymer Engineering and Science 42(7):1442-1468.

ISSN 3030-3907

26. Simic, R., Mandal, J., Zhang, K., Spencer, N.D. (2021). Oxygen inhibition of free radical polymerization is the dominant mechanism behind the “mold effect” on hydrogels. Soft matter, 17(26), 6394-6403.

ISSN 3030-3907