

Roza Zhalgasovna Kenzhegalieva – master student, M. Utemisov West Kazakhstan university, Uralsk, Republic of Kazakhstan; e-mail: rozka_k90@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9236-6155>.

Tomiris Berikova Seilova – master student, M. Utemisov West Kazakhstan university, Uralsk, Republic of Kazakhstan; e-mail: tomy27@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2327-5977>.

Авторлар туралы мәліметтер

Николай Владимирович Акатьев* – химический ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал қ., Қазақстан; e-mail: nikolay.akatyev@wku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9248-2753>.

Мерует Куанышқызы Хапиева – магистрант, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал қ., Қазақстан; e-mail: missmeruuu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3540-9475>.

Роза Жалгасовна Кенжегалиева – магистрант, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал қ., Қазақстан; e-mail: k90@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9236-6155>.

Томирис Бериковна Сейлова – магистрант, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал қ., Қазақстан; e-mail: tomy27@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2327-5977>.

Сведения об авторах

Николай Владимирович Акатьев* – кандидат химических наук, старший преподаватель, Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, г. Уральск, Республика Казахстан; e-mail: nikolay.akatyev@wku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9248-2753>.

Мерует Куанышқызы Хапиева – магистрант, Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, г. Уральск, Республика Казахстан; e-mail: missmeruuu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3540-9475>.

Роза Жалгасовна Кенжегалиева – магистрант, Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, г. Уральск, Республика Казахстан; e-mail: k90@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9236-6155>.

Томирис Бериковна Сейлова – магистрант, Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, г. Уральск, Республика Казахстан; e-mail: tomy27@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2327-5977>.

Received 02.04.2024

Revised 28.05.2024

Accepted 29.05.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-50

МРНТИ: 31.15.37



А. Асанов, С.А. Мамешова*, А.А. Асанов

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,
080000, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Толе би, 60

*e-mail: sayat.mameshova@icloud.com

ВЛИЯНИЕ ГИБРИДИРОВАННЫХ АМИД ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПОЧВ

Аннотация: В последние годы наблюдается увеличение деградации почв под влиянием антропогенной нагрузки. Это приводит к снижению плодородия и ухудшению качества окружающей среды. В связи с этим, возрастает потребность в разработке новых методов для создания и восстановления почвенной структуры и в статье представлены результаты исследования влияния гибридных амид функциональных полимеров на структурообразование почв. Актуальность работы обуславливается возрастающей потребностью в разработке новых методов для создания и восстановления почвенной структуры, деградирующей под влиянием человеческой деятельности. В работе изучены полимеры, отличающиеся по набору функциональных групп, заряду, конформации и типу противоионов. Проведено комплексное исследование оптических, вязкостных и электропроводных свойств. Идентифицированы типы функциональных групп и установлены количественные соотношения между ними. Определены типы полимеров и влияние

условий синтеза на концентрацию дестабилизирующих и стабилизирующих факторов, обуславливающих структурообразующие свойства полимерных образцов в дисперсных системах. Показаны области применения полученных полимеров и дано пояснение природы функциональных свойств. Результаты работы имеют важное значение для разработки новых экологически безопасных методов структурирования, дестабилизации и стабилизации дисперсных систем в присутствии водорастворимых полимеров. Это позволит повысить плодородие почв и улучшить качество окружающей среды.

Ключевые слова: структурообразование почв, дисперсные системы, водорастворимый полимер, функциональная группа, гибрид, стабилизация, дестабилизация, макромолекула.

Введение

Почва является одним из важнейших компонентов биосферы, играя ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и регулировании глобального климата. Структурное состояние почвы, определяемое ее агрегатным составом, пористостью и водопроницаемостью, напрямую влияет на ее плодородие и устойчивость к деградации [1].

Структура почвы является предпосылкой функционирования почвы и, следовательно, ее способности поддерживать жизнь растений и животных. Она контролирует различные важные свойства и процессы почвы, такие как проводимость и удержание почвенной воды, газообмен и эрозия. Кроме того, структура почвы также сильно влияет на динамику органического вещества и питательных веществ в почве, проникновение корней и урожайность [2].

Для повышения устойчивости почвы к эрозии разработаны различные подходы, в том числе внесение удобрений [3-5], искусственное загрязнение [6, 7]. Использование искусственных структурообразователей, полимеров и сополимеров считается эффективным методом улучшения структурного состояния пахотных почв [8, 9].

За последние годы все большее внимания уделяется использованию полимеров для улучшения структуры почв. В частности, гибридные амид функциональные полимеры представляют собой перспективный класс материалов, способных модифицировать физико-химические свойства почвы и стимулировать рост растений [10].

Современная химическая наука требует ускоренного развития сферы, и в частности посвященной получению новых видов водорастворимых полимеров и изучению влияния на структурирование, стабилизацию и дестабилизацию дисперсных систем [11].

При оптимальных и низких концентрациях водорастворимых полимеров наблюдается стабилизация дисперсных систем. С увеличением концентрации водорастворимых полимеров происходит структурирование [12].

Согласно научным литературным данным [11], структурирование, дестабилизация и стабилизация дисперсных систем в присутствии водорастворимых полимеров зависят от: природы функциональных групп, молярного соотношения, знака заряда, которые расположены в макромолекулярной цепи [13].

Для управления свойствами водорастворимых полимеров необходимо проводить исследования, направленные на разработку путей синтеза полимерных видов, обладающих заданными свойствами.

Объекты исследования

В работе использованы образец почвы Жамбылской области (Казахстан), винилацетат («Sigma-Aldrich», Германия), акриламид («AppliChem», Германия), гидроксид натрия («Sigma-Aldrich», Германия), гидроксид калия («Sigma-Aldrich», Германия), 2-метил-5-винилпиридин («Экотек», Россия) и полиакриламид (ПАА, «Альбион», Россия).

Методы исследования

Оптическую плотность исследуемых образцов измеряли на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ (ООО «ЭКРОСХИМ», Санкт-Петербург), электропроводность на кондуктометре S230 Seven Compact Mettler Toledo (Швейцария), вязкость - на вискозиметре Убеллоде (25±0,1). 0С).

Результаты исследований

Образцы полиэлектролитов синтезировали под оптимальные условия, установленные в предыдущих работах [14], [15], [16]. Сополимеризация винилацетата при различных молярных соотношениях (ВА) с акриламидом (АА), (ВА:АА), 2-метил-5-винилпиридин (2-М-5-

ВР*HCl) с акриламидом (AA) (2-М-5-ВР*HCl:AA) различающихся по типу, природе, гидрофильных свойствах и способности снижать заряд и ионы. Сополимеризация винилацетата (ВА) и акриламида (AA) (ВА:AA) обладает слабыми ионизирующими свойствами за счет присутствия амидных групп. Оптимизация молярного соотношения ВА и AA в сополимере позволила сохранить нейтральный показатель pH в водной среде. Были проведены измерения выхода синтезированного сополимера, а также содержания азота и ацетатных групп в макромолекулах. Далее, используя метод полимераналогичной реакции, из водорастворимого сополимера, синтезированного с использованием оптимального молярного соотношения, были получены функциональные полимерные образцы. В качестве реагента применялся гидроксид натрия и гидроксид калия (NaOH, KOH). Полученные образцы обладают двумя типами функциональных групп: с отрицательным зарядом (-COOH) и с положительно заряженным амидом (-CONH₂). Кроме того, был синтезирован водорастворимый сополимер с положительно заряженной функциональной группой, содержащий 2-метил-5-винилпиридин (2-М-5-ВР*HCl) и акриламид (AA) в составе макромолекулы. Для сравнительного анализа физических и коллоидно-химических свойств полученных полимерных материалов было проведено исследование полиакриламида (ПАА), который широко применяется в промышленных условиях [17].

В результате исследования были выбраны гибридные амид функциональные водорастворимые полимеры в составе макромолекулярной цепи. Для определения физических и коллоидно-химических характеристик были измерены оптическая плотность (D), электропроводность (χ) и вязкость (η) растворов, а также изучены зависимость pH раствора от концентрации полимера.

Обсуждение научных результатов

Экспериментальные результаты показали, что оптическая плотность (D) всех исследуемых водорастворимых полимеров в пределах выбранных концентраций имеет нулевое или близкое к нему значение, что свидетельствует их истинным растворам. Однако количественные значения удельной ($\eta_{уд}$) и приведенной ($\eta_{пр}$) вязкости, а также удельной ($\chi_{уд}$) и приведенной ($\chi_{пр}$) электропроводности водорастворимых полимеров, зависящие от концентрации раствора, типов функциональных групп, природы, ионизирующей способности, знака заряда и условий получения, отличаются друг от друга. Результаты можно увидеть на примере изменения удельной вязкости сополимера акриламида (AA) с винилацетатом (ВА) в выбранном молярном соотношении в зависимости от концентрации.

Во всем интервале концентраций значения удельной и приведенной вязкости водорастворимого полимерного продукта, являются наименьшими, по сравнению с удельной вязкостью водорастворимых полимеров выбранных для других исследований (рис. 1, а).

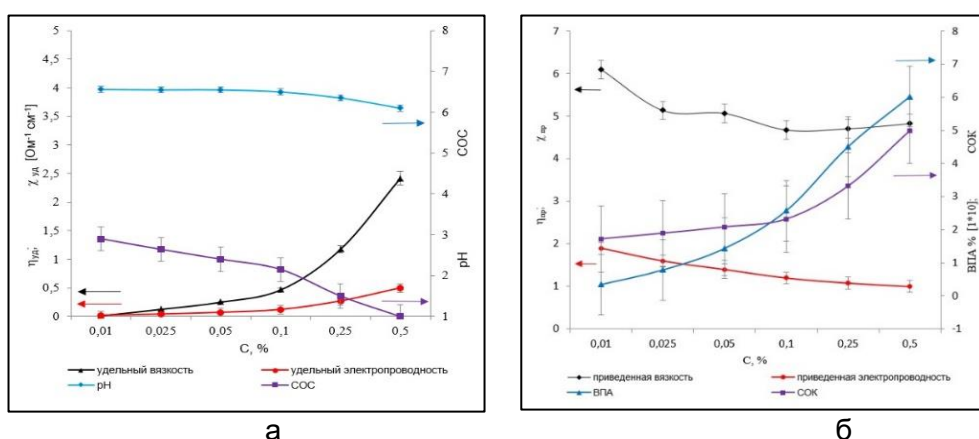


Рисунок 1 – Изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$), электропроводности ($\chi_{уд}$), показателя pH и структурообразующей способности (COC) образца, а также приведенной вязкости ($\eta_{пр}$), электропроводности ($\chi_{пр}$), количества водопрочных агрегатов (ВПА) и структурообразующих количество (COK) водорастворимого полимера (ВА:AA) в зависимости от концентрации раствора

Причина низкой вязкости водорастворимого сополимера ВА:АА заключается в его составе и молекулярной массе. Макромолекулярная структура сополимера ВА:АА характеризуется преобладанием неионизирующих винилацетатных звеньев над слабоионизирующими амидными звеньями, а также низкой молекулярной массой.

Низкая вязкость сополимера ВА:АА может быть обусловлена как небольшой молекулярной массой, так и тем, что конформационное состояние макромолекулы не претерпевает значительных изменений в исследуемом диапазоне концентраций.

Функциональные группы макромолекулы вступают во взаимные водородные связи, сила которых ослабевает при уменьшении концентрации раствора. Это не влияет на переход из свернутой конформации в разветвленную. Данные о зависимости приведенной вязкости водорастворимого полимера ВА:АА от концентрации раствора (рис. 1, б), что подтверждает наше предположение. Достоверность данного допущения, может быть дополнительно подтверждена анализом изменения количественных значений удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) и приведенной электропроводности ($\chi_{пр}$) исследуемого водорастворимого полимерного образца в рамках заданного диапазона концентраций.

В водорастворимом сополимере 2-М-5-ВП*НСI:АА, макромолекулы которого содержат как относительно сильный ионизирующий ароматический амин 2-метил-5-винилпиридин гидрохлорид (2-М-5-ВП*НСI), так и очень слабый ионизирующий амид (АА), наблюдается изменение удельной ($\eta_{уд}$) и приведенной ($\eta_{пр}$) вязкости образцов полимера в зависимости от концентрации раствора (рис. 2, а).

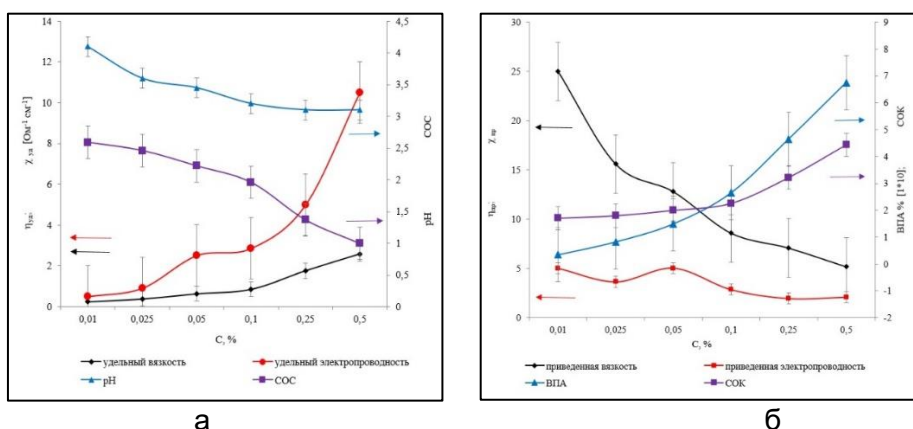


Рисунок 2 – Изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$), электропроводности ($\chi_{уд}$), показателя pH и структурообразующей способности (СОС) образца а также, приведенная вязкость ($\eta_{пр}$), электропроводность ($\chi_{пр}$), количества водопрочных агрегатов (ВПА) и структурообразующих количество (СОК) водорастворимого полимера (2-М-5-ВП*НСI:АА) в зависимости от концентрации раствора

Хотя закономерность изменения удельной вязкости ($\eta_{уд}$) исследуемого водорастворимого полимера в зависимости от концентрации аналогична для полимера ВА:АА и изменение приведенной вязкости ($\eta_{пр}$) в зависимости от концентрации будет иметь существенные отличия.

Отмечается, что в водорастворимом полимерном образце вдоль цепи макромолекулы равномерно распределены положительно заряженные функциональные группы. Ионизационная способность этих групп, особенно 2-метил-5-винилпиридиновой, значительно выше, чем ацетатной группы в винилацетатном звене. В связи с этим приведенная вязкость водорастворимого полимерного образца, в отличие от образца сополимера ВА:АА, увеличивается с уменьшением концентрации раствора.

Наблюдаемая разница особо ярко выражена в удельной электропроводности образца полимера 2-М-5-ВП*НСI:АА, по сравнению с количественными значениями при тех же концентрациях. В том числе, наблюдается увеличение приведенной электропроводности с уменьшением концентрации раствора (рис. 2, б). Это обусловлено тем, что по мере уменьшения концентрации раствора способность функциональной группы диссоциировать

увеличивается из-за уменьшения межионной силы. В результате конформационная форма макромолекулы значительно переходит от свернутой к развернутой [18].

Закономерности, выявленные для макромолекул полиакриламида (ПАА), содержащего функциональную группу карбоксида, показали, что: функциональная группа карбоксида ПАА, которая в ряде случаев диссоциирует, влияет на удельную вязкость ($\eta_{уд}$), удельную электропроводность ($\chi_{уд}$), приведенную вязкость ($\eta_{пр}$) и электропроводность ($\chi_{пр}$) образца водорастворимого полимера.

Приведенные зависимости сохраняются при изменении концентрации раствора (рис. 3). В основном, необходимо объяснить зависимость приведенной вязкости ($\eta_{пр}$) и электропроводности ($\chi_{пр}$) водорастворимого образца полимера от концентрации раствора. Указанная зависимость связана со свойствами встречающихся и сопутствующих электролитов с карбоксильной функциональной группой, образовавшейся в результате частичного гидролиза [19]. Особенно можно заметить в сравнении с количественными значениями удельной, приведенной вязкости ($\eta_{уд}$, $\eta_{пр}$) исследуемых образцов водорастворимого полимера при одинаковой концентрации электропроводности ($\chi_{уд}$, $\chi_{пр}$).

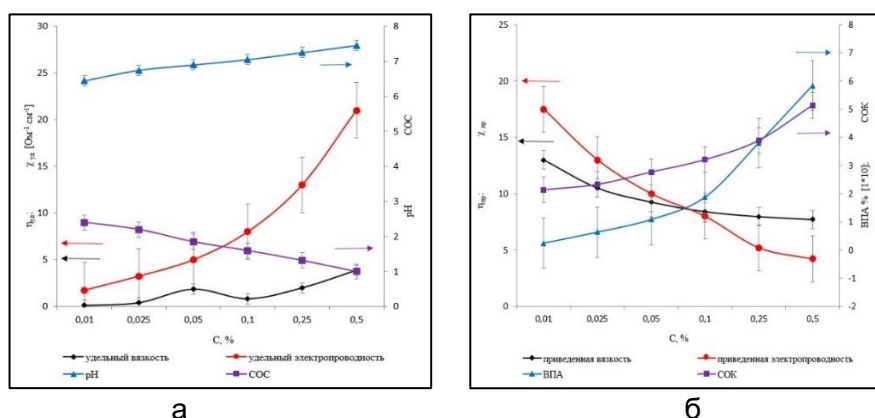


Рисунок 3 – Изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$), электропроводности ($\chi_{уд}$), показателя pH и структурообразующей способности (COC) образца, а также, приведенная вязкость ($\eta_{пр}$), электропроводность ($\chi_{пр}$), количества водопрочных агрегатов (ВПА) и структурообразующих количество (COK) водорастворимого полимера (ПАА) в зависимости от концентрации раствора

Введение водорастворимых полимеров в дисперсные системы может оказывать значительное влияние на их свойства. В частности, полимеры могут изменять: вязкость, электропроводность и структурные характеристики дисперсий.

Выяснено влияние различий в физических свойствах исследуемых образцов водорастворимых полимеров на их взаимодействие с дисперсными системами путем определения структурирующих количеств дисперсии почв в присутствии различных концентраций водорастворимых полимеров. Для этого по методике, описанной в литературе [10], определяли изменение количества водопрочных агрегатов (ВПА) почвы, образующихся под воздействием растворов одинаковой концентрации. Результаты показали, что с увеличением концентрации добавляемых водорастворимых полимеров количество водопрочных агрегатов почвы постепенно увеличивается (рис. 1, 2, 3).

Однако количественные значения ВПА, которые меняются в зависимости от структурообразующей способности (COC) полимеров структурировать почву, несколько отличаются друг от друга. Такие особенности связаны с природой функциональных групп, расположенных вдоль цепи макромолекул водорастворимых полимеров и их ионизирующей способностью, различиями в знаке заряда. В частности, водорастворимый полимер ВА:АА, имеющий неионизирующие функциональные группы, оказывает меньшее влияние на структурирование почвы, чем водорастворимый полимер 2-М-5-ВР*НСl:АА, содержащий сильно ионизирующие положительно заряженные функциональные группы.

Различие связано с тем, что водорастворимый полимер ВА:АА образует более слабые межмолекулярные взаимодействия с частицами почвы, чем водорастворимый полимер 2-М-5-ВП*НСІ:АА.

А также было выявлено, что водорастворимый полимер ПАА (Рис. 3, а,б), содержащий гибридные амидные функциональные группы, оказывает более сильное влияние на структурирование почвы, чем водорастворимые полимеры ВА:АА и 2-М-5-ВП*НСІ:АА. Это связано с тем, что водорастворимый полимер ПАА образует более прочные межмолекулярные взаимодействия с частицами почвы, чем водорастворимые полимеры ВА:АА и 2-М-5-ВП*НСІ:АА.

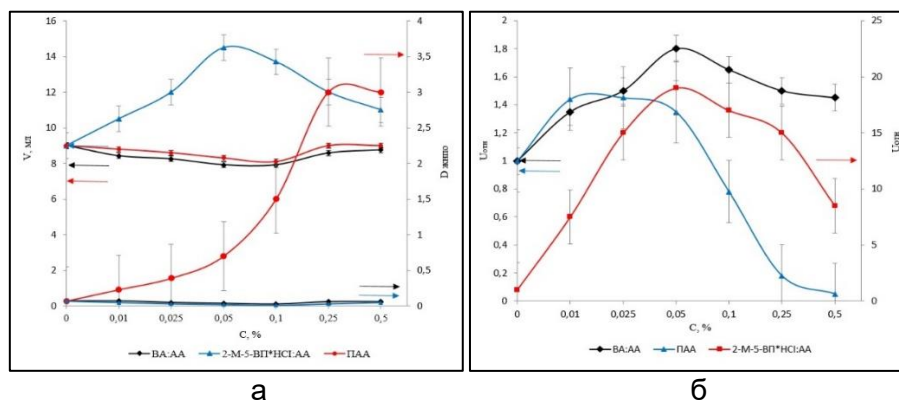


Рисунок 4 – Изменение объема осадка ($V_{мл}$), фильтрации ($U_{отн}$) и оптической плотности жидкости на поверхности осадка ($D_{жнпо}$) гидродисперсии глины по отношению к водорастворимым полимерным образцам (ВА:АА, 2-М-5-ВП*НСІ:АА, ПАА) в зависимости от концентрации раствора

В целом, результаты исследования показали, что различия в физических свойствах водорастворимых полимеров оказывают существенное влияние на их взаимодействие с дисперсными системами. Это влияние обусловлено: природой функциональных групп, ионизирующей способностью и знаками заряда функциональных групп.

При изучении влияния водорастворимых полимеров на стабильность гидродисперсии Келесской глины были обнаружены схожие тенденции: в начале, с увеличением концентрации добавленного раствора, стабильность гидродисперсии глины уменьшается. Однако, при дальнейшем увеличении концентрации раствора, стабильность постепенно возрастает [20].

Дестабилизирующие и стабилизирующие свойства глинистых гидродисперсий, образованных различными водорастворимыми полимерами, несколько отличаются друг от друга, что можно увидеть по изменению: объема осадка ($V_{мл}$), фильтрации ($U_{отн}$), оптической плотности жидкости на поверхности осадка ($D_{жнпо}$) в зависимости от добавленной концентрации водорастворимых полимеров (Рис. 4, а,б).

Однако изменение количественных значений критериев, определяющих стабильность, исходя из концентрации водорастворимого полимера будет иметь некоторое значение на свойства исследуемого объекта. Причина его появления, также связана с особенностями физических свойств этих исследованных гибридных амидных водорастворимых полимеров.

Заключение

В настоящем исследовании были получены результаты, которые позволяют установить сходства между некоторыми физическими и коллоидно-химическими свойствами гибридных водорастворимых полимерных образцов. Путем применения метода структурирования почвы и анализа изменения устойчивости гидродисперсии глины в зависимости от концентрации добавленного раствора были определены все особенности сходства указанных свойств. Кроме того, в данной работе были даны объяснения причин возникновения этих сходств, что позволяет более глубоко понять их природу и механизмы взаимодействия.

Список литературы

1. Sollins P. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls / P. Sollins, P. Homann, B.A. Caldwell // *Geoderma*. – 1996. – Vol. 74, № 1-2. – P. 65-105.
2. Soil colloids as binding agents in the formation of soil microaggregates in wet-dry cycles: A case study for arable Luvisols under different management / N. Tang et al // *Geoderma*. – 2024. – Vol. 443. – P. 116830.
3. Adesanya T. Physical properties of an Orthic Black Chernozem after 5 years of liquid and solid pig manure application to annual and perennial crops / T. Adesanya, O. Akinremi, F. Zvomuya // *Can. J. Soil Sci.* ed. Lupwayi N. – 2016. – Vol. 96, № 2. – P. 145-153.
4. Effects of conservation tillage on soil aggregation and aggregate binding agents in black soil of Northeast China / S. Zhang et al // *Soil Tillage Res.* – 2012. – Vol. 124. – P. 196-202.
5. Słowińska-Jurkiewicz A. Long-term organic fertilization effect on chernozem structure / A. Słowińska-Jurkiewicz, M. Bryk, V.V. Medvedev // *Int. Agrophysics*. – 2013. – Vol. 27, № 1. – P. 81-87.
6. Gargiulo L. Effects of iron-based amendments on soil structure: a lab experiment using soil micromorphology and image analysis of pores / L. Gargiulo, G. Mele, F. Terribile // *J. Soils Sediments*. – 2014. – Vol. 14, № 8. – P. 1370-1377.
7. Chemical contamination in upper horizon of Haplic Chernozem as a transformation factor of its physicochemical properties / T.M. Minkina et al // *J. Soils Sediments*. – 2018. – Vol. 18, № 6. – P. 2418-2430.
8. Evaluation of a Polyacrylamide Soil Additive to Reduce Agricultural-Associated Contamination / D.M. Krauth et al // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* – 2008. – Vol. 81, № 2. – P. 116-123.
9. Aggregate Stability and Water Retention Near Saturation Characteristics as Affected by Soil Texture, Aggregate Size and Polyacrylamide Application / A.I. Mamedov et al // *Land Degrad. Dev.* – 2017. – Vol. 28, № 2. – P. 543-552.
10. Asanov A. Structure formation of soil dispersions in the presence of polyelectrolytes on the basis of allyl alcohol and acryl acid derivatives / A. Asanov, S. Mamesheva, A. Bazarkhankyzy // *Chem. Bull. Kazakh Natl. Univ.* – 2015. – № 3. – P. 28-33.
11. Asanov A. Influence of functional polyelectrolytes on the stability of clay hydrodispersions / A. Asanov, S. Mameshova // *Chem. Pap.* – 2021. – Vol. 75, № 11. – P. 5695-5703.
12. The Impacts of Bio-Based and Synthetic Hydrogels on Soil Hydraulic Properties: A Review / T.A. Adjuik et al // *Polymers*. – 2022. – Vol. 14, № 21. – P. 4721.
13. Water-soluble functional polymers in conjunction with membranes to remove pollutant ions from aqueous solutions / B.L. Rivas et al // *Prog. Polym. Sci.* – 2011. – Vol. 36, № 2. – P. 294-322.
14. Асанов А. Доклад Академии Наук Республики Узбекистан / А. Асанов, В.Р. Нуриллина, К.С. Ахмедов // Флокулирующее действие водорастворимых полиэлектролитов на основе 2-метил-5-винилпиридина метакриловой кислоты и ее амида. – 1995. – Vol. 9-10. – P. 29-31.
15. Асанов А.А. Суда еритін полимерлердің функционал топтарының құрамы мен түрлерінің топырақты құрылымдаушы қабілетіне әсері / А.А. Асанов, А. Базарханқызы // 2nd International Scientific Conference «Theoretical and Applied Sciences in the USA». Нью-Йорк, США. – 2015. – P. 237-246.
16. Асанов А. Математический метод определения экономической и экологической эффективности почвоструктурирующих высокомолекулярных соединений / А. Асанов // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Математическая наука и ее вклад в развитие прикладных научных исследований». – Тараз, 2010.
17. Improving aggregate stability and hydraulic properties of Sandy loam soil by applying polyacrylamide polymer / A.A. Albalasmeh et al // *Soil Tillage Res.* – 2021. – Vol. 206. – P. 104821.
18. Yang J.T. The Viscosity Of Macromolecules In Relation To Molecular Conformation / J.T. Yang // *Advances in Protein Chemistry*. Elsevier. – 1962. – Vol. 16. – P. 323-400.
19. A review on carboxylic acid cross-linked polyvinyl alcohol: Properties and applications / L. Gautam et al // *Polym. Eng. Sci.* – 2022. – Vol. 62, № 2. – P. 225-246.

20. Mameshova S. Eurasian Science Review An International Peer-Reviewed Multidisciplinary Journal / S. Mameshova, A. Asanov // Study of colloidal-chemical properties of clay hydrodispersions obtained from the southern region of kazakhstan. – 2024. – Vol. 2(1). – P. 36-44.

References

1. Sollins P. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls / P. Sollins, P. Homann, B.A. Caldwell // *Geoderma*. – 1996. – Vol. 74, № 1-2. – P. 65-105. (In English).
2. Soil colloids as binding agents in the formation of soil microaggregates in wet-dry cycles: A case study for arable Luvisols under different management / N. Tang et al // *Geoderma*. – 2024. – Vol. 443. – P. 116830. (In English).
3. Adesanya T. Physical properties of an Orthic Black Chernozem after 5 years of liquid and solid pig manure application to annual and perennial crops / T. Adesanya, O. Akinremi, F. Zvomuya // *Can. J. Soil Sci.* ed. Lupwayi N. – 2016. – Vol. 96, № 2. – P. 145-153. (In English).
4. Effects of conservation tillage on soil aggregation and aggregate binding agents in black soil of Northeast China / S. Zhang et al // *Soil Tillage Res.* – 2012. – Vol. 124. – P. 196-202. (In English).
5. Słowińska-Jurkiewicz A. Long-term organic fertilization effect on chernozem structure / A. Słowińska-Jurkiewicz, M. Bryk, V.V. Medvedev // *Int. Agrophysics*. – 2013. – Vol. 27, № 1. – P. 81-87. (In English).
6. Gargiulo L. Effects of iron-based amendments on soil structure: a lab experiment using soil micromorphology and image analysis of pores / L. Gargiulo, G. Mele, F. Terribile // *J. Soils Sediments*. – 2014. – Vol. 14, № 8. – P. 1370-1377. (In English).
7. Chemical contamination in upper horizon of Haplic Chernozem as a transformation factor of its physicochemical properties / T.M. Minkina et al // *J. Soils Sediments*. – 2018. – Vol. 18, № 6. – P. 2418-2430. (In English).
8. Evaluation of a Polyacrylamide Soil Additive to Reduce Agricultural-Associated Contamination / D.M. Krauth et al // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* – 2008. – Vol. 81, № 2. – P. 116-123. (In English).
9. Aggregate Stability and Water Retention Near Saturation Characteristics as Affected by Soil Texture, Aggregate Size and Polyacrylamide Application / A.I. Mamedov et al // *Land Degrad. Dev.* – 2017. – Vol. 28, № 2. – P. 543-552. (In English).
10. Asanov A. Structure formation of soil dispersions in the presence of polyelectrolytes on the basis of allyl alcohol and acryl acid derivatives / A. Asanov, S. Mamesheva, A. Bazarkhankyzy // *Chem. Bull. Kazakh Natl. Univ.* – 2015. – № 3. – P. 28-33. (In English).
11. Asanov A. Influence of functional polyelectrolytes on the stability of clay hydrodispersions / A. Asanov, S. Mameshova // *Chem. Pap.* – 2021. – Vol. 75, № 11. – P. 5695-5703. (in English).
12. The Impacts of Bio-Based and Synthetic Hydrogels on Soil Hydraulic Properties: A Review / T.A. Adjuik et al // *Polymers*. – 2022. – Vol. 14, № 21. – P. 4721. (In English).
13. Water-soluble functional polymers in conjunction with membranes to remove pollutant ions from aqueous solutions / B.L. Rivas et al // *Prog. Polym. Sci.* – 2011. – Vol. 36, № 2. – P. 294-322. (In English).
14. Asanov A. Doklad Akademii Nauk Respubliki Uzbekistan / A. Asanov, V.R. Nurillina, K.S. Akhmedov // *Flokkuliruyushchee deistvie vodorastvorimyykh poliekhlektrolitov na osnove 2-metil-5-vinilpiridina metakrilovoi kisloty i ee amida*. – 1995. – Vol. 9-10. – P. 29-31. (In Russian).
15. Asanov A.A. Suda eritin polimerlerdiń funksiional toptarynyń qyramy men tyrleriniń topyraqty qyrylymdaushy qabileline әseri / A.A. Asanov, A. Bazarkhankyzy // 2nd International Scientific Conference «Theoretical and Applied Sciences in the USA». N'yu-Iork, SSHA. – 2015. – R. 237-246. (In iKazakh).
16. Asanov A. Matematicheskii metod opredeleniya ehkonomicheskoi i ehkologicheskoi ehffektivnosti pochvostrukturiruyushchikh vysokomolekulyarnykh soedinenii / A. Asanov // *Materialy Respublikanskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Matematicheskaya nauka i ee vklad v razvitie prikladnykh nauchnykh issledovanil»*. – Taraz, 2010. (In Russian).
17. Improving aggregate stability and hydraulic properties of Sandy loam soil by applying polyacrylamide polymer / A.A. Albalasmeh et al // *Soil Tillage Res.* – 2021. – Vol. 206. – P. 104821. (In English)

18. Yang J.T. The Viscosity Of Macromolecules In Relation To Molecular Conformation / J.T. Yang // *Advances in Protein Chemistry*. Elsevier. – 1962. – Vol. 16. – P. 323-400. (In English)
19. A review on carboxylic acid cross-linked polyvinyl alcohol: Properties and applications / L. Gautam et al // *Polym. Eng. Sci.* – 2022. – Vol. 62, № 2. – P. 225-246. (In English)
20. Mameshova S. Eurasian Science Review An International Peer-Reviewed Multidisciplinary Journal / S. Mameshova, A. Asanov // Study of colloidal-chemical properties of clay hydrodispersions obtained from the southern region of kazakhstan. – 2024. – Vol. 2(1). – P. 36-44. (In English)

А. Асанов, С.А. Мамешова*, А.А. Асанов

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
080000, Қазақстан Республика, Тараз қ., Төле би көшесі, 60
*e-mail: sayat.mameshova@icloud.com

ГИБРИДТЕЛГЕН АМИД ФУНКЦИОНАЛДЫ ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ТОПЫРАҚТЫҢ ҚҰРЫЛЫМДАНУЫНА ӘСЕРІ

Соңғы жылдары антропогендік қысым әсерінен топырақтың деградациясының күшеюі байқалады. Бұл құнарлылықтың төмендеуіне және қоршаған орта сапасының нашарлауына әкеледі. Осыған байланысты топырақ құрылымын құрудың және қалпына келтірудің жаңа әдістерін әзірлеу қажеттілігі артуда. Сондықтан мақалада гибриді амид функционалды полимерлердің топырақ құрылымының қалыптасуына әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Жұмыстың өзектілігі адамдар әрекетінің салдарынан бұзылатын топырақ құрылымын құру және қалпына келтірудің жаңа әдістерін әзірлеу қажеттілігінің артуымен анықталады. Жұмыста функционалдық топтардың жиынтығы, заряды, конформациясы және қарсы иондары бойынша ерекшеленетін полимерлер зерттелді. Олардың оптикалық, тұтқырлық және электрөткізгіштік қасиеттеріне жан-жақты зерттеулер жүргізілді. Функционалдық топтардың түрлері анықталып, олардың арасындағы сандық байланыстар орнатылды. Дисперстік жүйелердегі полимер үлгілерінің құрылым түзуші қасиеттерін анықтайтын тұрақсыздандыратын және тұрақтандырушы факторлардың концентрациясына полимерлердің түрлері және синтез жағдайларының әсері анықталды. Алынған полимерлердің қолдану аймақтары көрсетіліп, олардың функционалдық қасиеттерінің сипаты түсіндіріледі. Жұмыс нәтижелері суда еритін полимерлердің қатысуымен дисперсті жүйелерді құрылымдау, тұрақсыздандыру және тұрақтандырудың жаңа экологиялық таза әдістерін жасау үшін маңызды. Бұл топырақ құнарлылығын арттырады және қоршаған ортаның сапасын жақсартады.

Түйін сөздер: топырақтың құрылымдануы, дисперсті жүйелер, суда еритін полимерлер, функционалдық топ, гибрид, тұрақтандыру, тұрақсыздандыру, макромолекула.

A. Asanov, S.A. Mameshova*, A.A. Asanov

Taraz Regional University named after M.H. Dulati
080000, Republic of Kazakhstan, Taraz city, Tole bi street, 60
*e-mail: sayat.mameshova@icloud.com

INFLUENCE OF HYBRIDIZED AMIDE FUNCTIONAL POLYMERS ON SOIL STRUCTURE FORMATION

In recent years, there has been an increase in soil degradation under the influence of anthropogenic pressure. This leads to decreased fertility and deterioration of environmental quality. In this regard, there is an increasing need to develop new methods for creating and restoring soil structure. Therefore, the article presents the results of a study of the influence of hybrid amide functional polymers on soil structure formation. The relevance of the work is determined by the growing need to develop new methods for creating and restoring soil structure degraded under the influence of human activity. The work studied polymers that differ in the set of functional groups, charge, conformation and type of counterions. A comprehensive study of their optical, viscosity and electrical conductivity properties was carried out. Types of functional groups have been identified and quantitative relationships between them have been established. The types of polymers and the influence of synthesis conditions on the concentration of destabilizing and stabilizing factors that determine the structure-forming properties of polymer samples in disperse systems are determined. The areas of application of the obtained polymers are shown and the nature of their functional properties is explained. The results of the work are important for the development of new environmentally friendly methods for structuring, destabilizing and stabilizing dispersed systems in the presence of water-soluble polymers. This will increase soil fertility and improve environmental quality.

Key words: soil structure formation, dispersed systems, water-soluble polymer, functional group, hybrid, stabilization, destabilization, macromolecule.

Сведения для авторов

Аманкайт Асанов – кандидат химических наук, профессор кафедры «Химия и химическая технология»; Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати города Тараз, Республика Казахстан; e-mail: asanovamankait@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9176-6690>.

Саят Алишериевна Мамешова* – старший преподаватель кафедры «Химия и химическая технология»; Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати города Тараз, Республика Казахстан; e-mail: sayat.mameshova@icloud.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2484-8420>.

Акылбек Аманкайтович Асанов – Директор центра технического сопровождения и IT поддержки; Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати города Тараз, Республика Казахстан; e-mail: assanov@dulaty.kz

Авторлар туралы мәліметтер

Аманкайт Асанов – химия ғылымдарының кандидаты, «Химия және химиялық технология» кафедрасының профессоры; Тараз қаласындағы М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: asanovamankait@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9176-6690>.

Саят Алишериевна Мамешова* – «Химия және химиялық технология» кафедрасының аға оқытушысы; Тараз қаласындағы М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: sayat.mameshova@icloud.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2484-8420>.

Акылбек Аманкайтович Асанов – Техникалық қолдау және IT қолдау орталығының директоры, Тараз қаласындағы М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: assanov@dulaty.kz.

Information about the authors

Amankait Asanov – Candidate of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology; Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati of Taraz city, Republic of Kazakhstan; e-mail: asanovamankait@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9176-6690>.

Sayat Mameshova* – senior lecturer of the department of «Chemistry and Chemical Technology»; Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati of Taraz city, Republic of Kazakhstan; e-mail: sayat.mameshova@icloud.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2484-8420>.

Akylbek Asanov – Director of the technical support and IT support center; Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati of Taraz city, Republic of Kazakhstan; e-mail: assanov@dulaty.kz.

Поступила в редакцию 14.02.2024

Поступила после доработки 02.04.2024

Принята к публикации 03.04.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-51

MPHTI: 53.37.91



K. Kamunur^{1,2}, T. Oserov¹, L. Mussapirova¹, A. Batkal^{1,2*}

¹Institute of Combustion Problems,

050012, Kazakhstan, Almaty, Bogenbay batyr str., 172,

²Al-Farabi Kazakh National University,

0500112, Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi ave., 71,

*e-mail.ru: abatkalova@mail.ru

REVIEW ON PROCESSING COAL FLY ASH: CURRENT ADVANCES AND FUTURE PERSPECTIVES

Abstract: This review aims to analyze the processing techniques employed for coal fly ash (CFA) and their implications. The study addresses the research problem of enhancing CFA utilization while minimizing environmental impacts. The review is based on the principles of sustainable development, circular economy, and resource conservation. It draws upon theories related to waste management, materials science, and environmental engineering. A systematic literature review was conducted, analyzing research articles, technical reports, and industry publications. The review encompasses a comprehensive examination of processing techniques, including separation, beneficiation, utilization, and treatment methods. The research