

Б.А. МУХИТДИНОВА, Е.Е.ЕРГОЖИН, А.И.НИКИТИНА

(АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», г. Алматы

Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы)

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ В ОБЛАСТИ СИНТЕЗА РЕДОКС-ПОЛИМЕРОВ

Аннотация

Статья относится к области синтеза и исследования хиноидных редокс-полимеров. Приводятся различные пути получения таких полимеров путем поликонденсации или химической модификации реакционноспособных соединений, обладающих окислительно-восстановительными свойствами. Показано, что в большинстве случаев требуется дополнительная функционализация макромолекул, что добавляет количество стадий в процесс и соответственно усложняет способ получения редокс-полимера. В рамках концепции Зеленой химии обсуждаются различные аспекты совершенствования методов синтеза окислительно-восстановительных полимеров, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду. Рассмотрены перспективные пути экологически приемлемых методов синтеза редокс-полимеров.

Ключевые слова: редокс-полимеры, хиноны, полиамины, охрана окружающей среды, Зеленая химия.

Кілт сөздер: редокс-полимерлі, хинондар, полиаминдер, қоршаған ортаны қорғау, Жасыл химия.

Keywords: redox-polymer, hinoni, poliaminy, preservation of the environment, Green chemistry.

Впервые органическое вещество из неорганического соединения вне живого организма, в колбе, было получено Ф. Вёлером в 1828 году. С тех пор начался расцвет органического синтеза, подкрепленный впоследствии теорией химического строения А.М. Бутлерова, предоставившей органической химии прочную научную основу. Синтетическим путем были получены не только многие природные вещества, но в еще большем количестве органические соединения, не встречающиеся в природе. 20-30 годы

XX-столетия характеризуются всплеском исследований в области полимерной химии, в основу которой были положены реакции органического синтеза, а в качестве исходных реагентов послужили новые соединения, синтезированные из продуктов нефтехимического синтеза. Таким образом, человечество получило очень много полезных материалов самого различного назначения, лекарственных средств, парфюмерной продукции и т.п. Однако есть и обратная сторона этого успешного процесса. Согласно основному закону природы закону сохранения энергии, отражающему общую, применимую везде и всегда закономерность, одни соединения эквивалентно превращались в другие, полезные и не очень, т.е. наряду с интенсификацией исследований в области химической промышленности и смежных с ней отраслей шло интенсивное образование отходов этих производств в виде газов (окислы азота и серы, соединения фосфора) и отработанных токсичных растворов, активно загрязнявших атмосферный воздух, воды, почву.

Недостаточное внимание к экологическим проблемам, слабый контроль со стороны государства и правовой нигилизм граждан привели к серьезным экологическим последствиям, созданию тяжелых условий для жизнедеятельности человека. «Зараженные и загрязненные водоемы, уничтоженная плодородная земля, истребленные на огромных площадях леса, исчезнувшие виды многих ценных животных, испорченный атмосферный воздух – таков итог экологической политики или скорее ее отсутствия в бывшем Союзе» [1]. Это – сложные проблемы, с которыми сталкиваются повсюду в мире. Ни для кого не секрет, что экология – это последнее, на что государство, а тем более частные предприниматели, тратят денежные средства. В этом отношении концепция Зеленой химии [2,3], предложенная в девяностых годах двадцатого столетия – перспективный и многообещающий путь охраны окружающей среды от загрязнений химических и иных производств, поскольку она предлагает новейшие научные подходы к конкретным экологическим ситуациям.

Достижение нулевой или абсолютной безопасности в реальном мире невозможно. Не бывает абсолютно надежных технологических систем, абсолютно безвредных продуктов и т.д. Возможно лишь устанавливать и «добиваться приемлемого для общества уровня опасности» [1]. Поэтому проблема поиска новых технологий, минимизирующих техногенную нагрузку на окружающую среду, как никогда сегодня актуальна, и основными критериями при выборе технологических решений становятся не только экономическая эффективность, но и экологическая приемлемость.

Создание экологически приемлемых процессов требует изменения парадигмы – от традиционных концепций эффективности процессов, которые ставят во главу угла химический выход, к концепции, которая оценивает экономическую эффективность, таких, как исключение вредных стоков и отказ от применения токсичных и/или вредных веществ [4-6]. Предложенная Р.Шелдоном мера оценки экологической приемлемости химического процессов в виде *E-фактора*, определяемого как отношение массы стоков (отходов) к массе целевого продукта, равно как и величина *атомной эффективности* (полнота использования исходного вещества), определяемая как отношение массы целевого продукта к суммарной массе всех образующихся продуктов, гораздо лучше оценивают экологическое воздействие процессов, чем выход целевого продукта. Понятие

«выход продукта» очень важно для описания химической реакции, но оно не дает описания полной картины реакции и характеризует только количество целевого продукта.

В настоящее время намечаются следующие три основных направления развития Зеленой химии [7]:

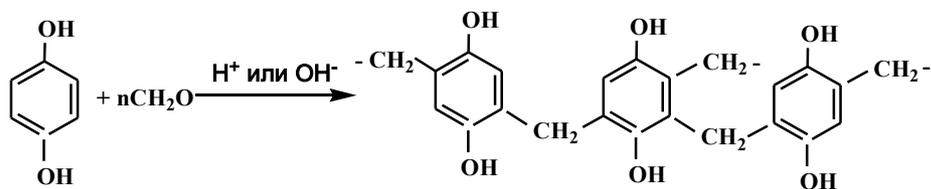
- 1) новые пути синтеза (часто это реакции с применением катализатора);
- 2) возобновляемые исходные реагенты (то есть полученные не из нефти);
- 3) замена традиционных органических растворителей.

К сожалению, пока создано очень мало технологий, отвечающих требованиям Зеленой химии. Если в области органической, фармацевтической химии такие исследования очень популярны, о полимерной химии этого не скажешь. Между тем продукция этой отрасли широко используется в повседневной жизни человека.

Для решения проблем гидрометаллургии, водоподготовки, фармацевтической промышленности, медицины, биотехнологии перспективны окислительно-восстановительные полимеры. Однако использование редокс-ионитов затруднено из-за ограниченного ассортимента непредельных мономеров, дефицита и дороговизны исходного сырья, сложного синтеза, малоудовлетворительных физико-химических и сорбционно-кинетических характеристик. Перспективным решением этих проблем является синтез новых реакционноспособных соединений, обеспечивающих создание малостадийных и высокоэффективных технологий получения редокс-полимеров на основе отходов и побочных продуктов различных производств.

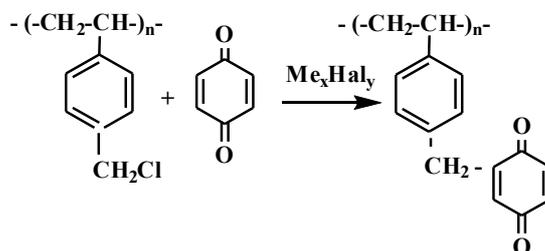
Благодаря наличию ионогенных и электронообменных групп такие полимеры функционируют по двойственному механизму: участвуют в реакциях обратимого окисления-восстановления, а также ионного обмена или комплексообразования. Кроме того, они имеют потенциальную возможность к регенерации и многократному использованию, что компенсирует все первоначальные затраты на их получение. Это делает их перспективным классом высокомолекулярных соединений.

Известные методы получения редокс-полимеров поликонденсацией

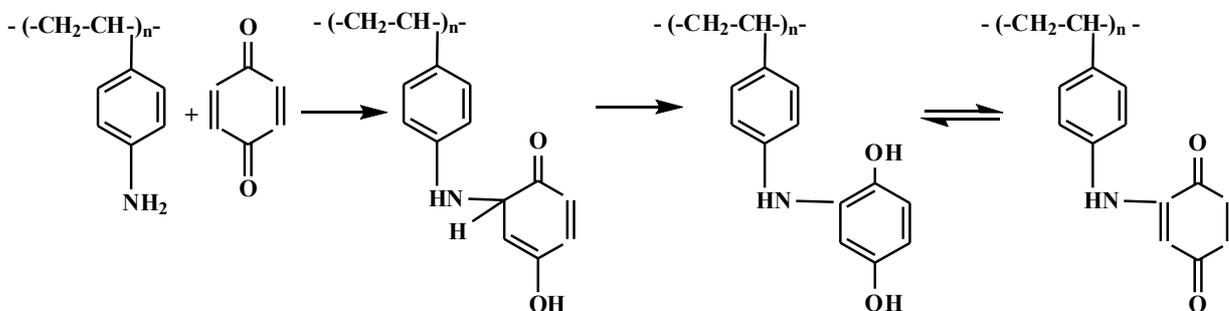


или химической модификацией соответствующих мономеров или полимеров многостадийны протекают в жестких условиях. Необходимость предварительной функционализации полимеров путем реакций хлорметилирования полимеров монохлордиметилловым эфиром или нитрования и последующего восстановления

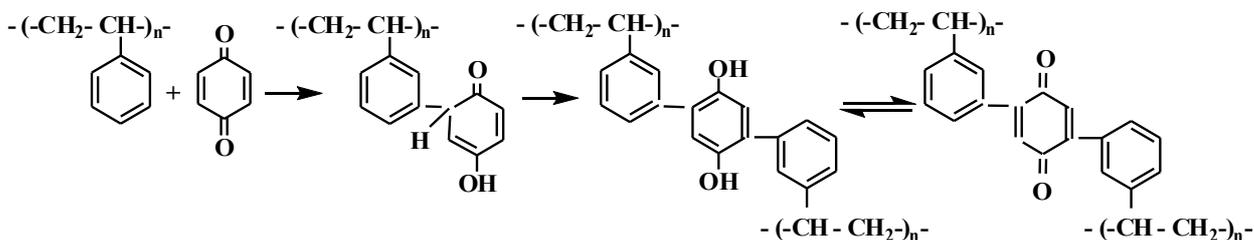
нитропроизводных в жестких условиях осложняет синтез редокс-ионитов. Кроме того, в дальнейшем требуется вторичная функционализация хлорметилованных



или аминированных производных соответствующими редоксагентами [8-12]:



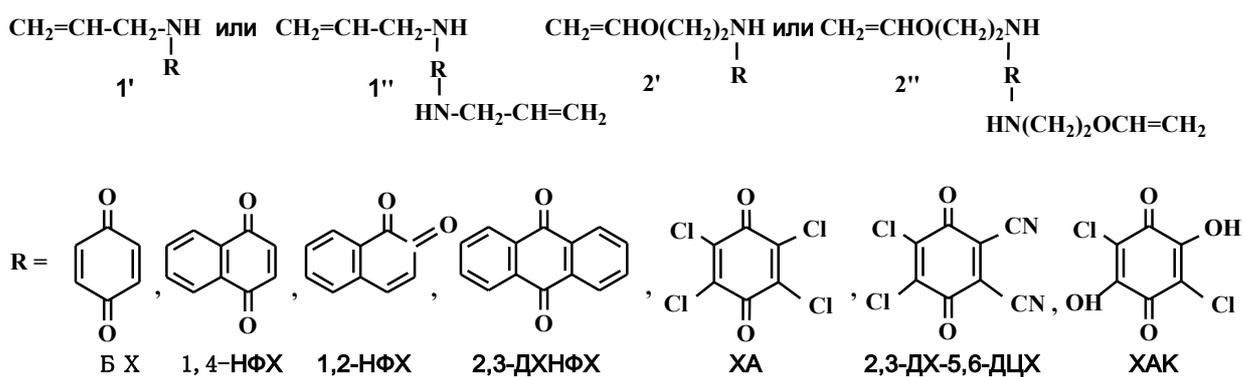
Перспективным, исключая стадии хлорметилирования и аминирования, является получение редокс-ионитов в одну стадию в присутствии катализаторов Фриделя-Крафтса конденсацией хинонов с сополимерами стирола и дивинилбензола по схеме, предложенной Д.Хилом и Г.Адамсом [13,14]:



Однако здесь требуются стехиометрические соотношения компонентов. В то время как Зеленая химия рекомендует отказаться от устаревших «стехиометрических» технологий, поскольку при этом образуется большое количество нецелевых продуктов, подлежащих утилизации [4].

Любое усовершенствование химических процессов, которое положительно влияет на окружающую среду, может быть отнесено к Зеленой химии [7,15]. С этой точки зрения привлекательной альтернативой описанным способам получения редокс-ионитов

является разработанный нами метод, основанный на полимеризации непредельных производных хинонов и побочных продуктов глицеринового – аллиламин (АА) и карбидного производств – виниловый эфир моноэтаноламин (ВЭМЭА) [16-19]. Поскольку винильные производные хинонов неизвестны [8], а винилгидрохиноны образуются через многочисленные стадии «блокирования групп, введения-снятия защиты», возникла идея использовать в качестве «носителей двойных связей» аллиламин (1) и виниловый эфир моноэтаноламина (2). Изначальное присутствие в этих соединениях первичной аминогруппы, исключает необходимую в таких случаях стадию функционализации мономера для дальнейших химических превращений. Синтез хиноидных производных АА и ВЭМЭА с высокими выходами проводят при комнатной температуре в органической или и водноорганической среде. Взаимодействие ВЭМЭА и АА с хинонами протекает как с непредельными α,β -дикетонами с открытой цепью через стадию превращения хиноидной системы в ароматическую с образованием на промежуточном этапе в результате енолизации продукта присоединения замещенных гидрохинонов, которые далее окисляются в хиноны [20, 21]. Последний, в свою очередь, может вновь присоединить аминосоединение по той же схеме до дизамещенного продукта. Образующиеся моно- (1', 2') и дизамещенные (1'', 2'') редокс-мономеры на основе различных хинонов имеют следующую структуру:



Как и следовало ожидать, модификация АА и ВЭМЭА такими сильными акцепторами электронов, как хиноны, существенно повышает реакционную способность двойных связей этих труднополимеризуемых мономеров. Введение хинонов приводит к перераспределению электронной плотности и смещению π -электронного облака в сторону электроноакцепторного заместителя. Такое смещение сопровождается уменьшением степени взаимного перекрывания облаков π -электронов в направлении двойной связи, снижением энергетических затрат на раскрытие двойных связей ВЭМЭА и АА и их поляризацию. В результате реакционная способность полимерного радикала повышается, и образующиеся хиноидные производные достаточно легко вовлекаются в полимеризацию.

Наши исследования являются подтверждением сказанному. Нами установлено [18], что синтезированные непредельные производные хинонов легко вступают в реакции гомо- и сополимеризации, причем они одинаково успешно полимеризуются как в

присутствии катализаторов радикального, так и катионного типа, о чем свидетельствуют значения энергий активации гомополимеризации хиноидных редокс-мономеров на основе АА и ВЭМЭА и выходы конечных продуктов (таблица).

Таблица – Энергии активации полимеризации хиноидных производных аллиламина и винилового эфира моноэтаноламина и выход редокс-полимеров

| Редокс-мономер | $E_{\text{акт}}$, кДж.моль ⁻¹ / Выход, % | |
|----------------------|--|-------------------------|
| | Радикальная полимеризация | Катионная полимеризация |
| ВЭМЭА-БХ | 76,71/49,3 | 28,80/57,7 |
| ВЭМЭА-БХ- ВЭМЭА | 11,95/67,8 | 42,40/96,0 |
| ВЭМЭА-1,2-НФХ | 62,50/52,9 | - |
| ВЭМЭА-1,4-НФХ | 82,84/55,9 | 50,70/51,4 |
| ВЭМЭА-ХА | 50,43/54,0 | - |
| ВЭМЭА-ХА- ВЭМЭА | 110,35/28 | 14,42 /96,0 |
| ВЭМЭА-2,3-ДХ-5,6-ДЦХ | 47,34/61,0 | 63,75/83,0 |
| ВЭМЭА-2,3-ДХ-1,4-НФХ | 69,40/32,5 | 63,32/94,0 |
| АА-БХ | 47,24/59,0 | -8,41 |
| АА-БХ-АА | 66,23/58,0 | -19,10 |
| АА-1,2-НФХ | - | 8,65/96,0 |
| АА-ХАК | - | 33,19 |
| АА-2,3-ДХ-5,6-ДЦХ | - | 14,92 |

Видно, что в зависимости от природы хинона значения энергии активации принимают различные значения, причем при катионном инициировании они существенно меньше. Исключение оставляют мономеры ВЭМЭА-БХ- ВЭМЭА и ВЭМЭА-ДХДЦХ. Эти данные требуют дополнительной интерпретации. Обычно же $E_{\text{акт}}$ катионной полимеризации лежит в пределах от -10 до $+15$ ккал/моль (от -42 до $+63$ кДж/моль) [22]. Найденные нами величины энергии активации соответствуют этим значениям.

В связи с меньшими энергетическими затратами на проведение катионной полимеризации указанных мономеров этот путь синтеза редокс-полимеров является предпочтительным. Он позволяет соблюсти многие пункты из двенадцати позиций Зеленой химии, которые были сформулированы авторами первой в этой области

монографии [2] и которыми следует руководствоваться исследователям. Важно отметить, что синтез редокс-ионитов путем полимеризации указанных мономеров в условиях катионного инициирования протекает при комнатной температуре и атмосферном давлении, без выброса вредных побочных продуктов в атмосферу, в присутствии незначительных количеств катализаторов с высокими выходами. Однако предстоит еще много сделать для совершенствования описанного процесса: замена органических растворителей на «зеленые» растворители, замена коррозионноопасных катализаторов на менее агрессивные, но столь же эффективные и т.д.

Наличие в структуре редокс-полимеров amino-, гидроксильных и карбонильных групп обеспечивает синтезированным соединениям способность вступать в ионные и донорно-акцепторные взаимодействия, активно участвуя не только в окислительно-восстановительных [23-25], но и в сорбционных процессах [25-27].

В целом, для решения проблем охраны окружающей среды исследователям надо стремиться предотвращать образование загрязнений на самых начальных стадиях планирования и осуществления эксперимента, как и рекомендует Зеленая химия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мухитдинов Н. Экологическая безопасность. Чья это забота? – В кн.: *Основы горного права. Избранные труды*. Алматы, **2010**, Т.2, С.352-354.
- 2 Anastas P.T., Warner J.C. *Green Chemistry: Theory and Practice*: Oxford University Press. New York, **1998**, P.30.
- 3 Cook S. Green chemistry – evolution or revolution? *Green Chemistry*. **1999**, Oct., G138-G140.
- 4 [Sheldon](#) R.A. Fundamentals of green chemistry: efficiency in reaction design. *Chemical Society Reviews*, **2012**, V. 41, №4, P.1437-1451.
- 5 [Sheldon](#) R.A. The E Factor: fifteen years on. *Green Chem.*, **2007**, № 9, P. 1273-1283
- 6 [Sheldon](#) R.A. E factors, green chemistry and catalysis: an odyssey. *Chem. Commun.*, **2008**, P.3352-3365.
- 7 Bourne R. A., Poliakoff M. [Green chemistry: what is the way forward?](#) *Mendeleev communication*, **2011**, T.21, №5, С. 235-238.
- 8 Кассиди Г.Дж., Кун К.А. *Окислительно-восстановительные полимеры*. Л.: Химия. **1967**, 270 с.
- 9 Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А. *Редоксиониты*. Алма-Ата:Наука, **1983**, 288с.

- 10 Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А. *Окислительно-восстановительные ионообменники*. Алматы: РИО ВАК РК, **2000**, 224 с.
- 11 Кравченко Т.А. Окисление и восстановление веществ редокситами. *Соровский образовательный журнал*, **1997**, № 12, С. 53-58.
- 12 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Stefanova O.K. Bakirova R.Ch., Rozhdestvenskaya N.V. Redox polymers based on polyamines. *Reactive Polymers*, **1991/1992**, V.16, P. 321-334.
- 13 Hill D.W., Adams, H. J. Synthesis of o-quinones. *Amer. Chem. Soc.*, **1931**, V.53, P. 3252.
- 14 Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Rubanyuk N.N. One stage method of the synthesis of quinoid redox polymers. *Asian J.Res.Chem.*, **2012**, V.5, № 5, P. 616-619.
- 15 Сорокина. К. Про зеленую химию. *Эл.ресурс: <http://www.bionet.nsc.ru/doska-obyavlenij/sobyitiya-v-institute/?page=2>*
- 16 Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шоинбекова С.А.. Производные винилового эфира моноэтаноламина с окислительно-восстановительными группами для синтеза редоксионитов. Патент РК № 8813 от 03.03.03; *Б.и.*, **2003**, № 5.
- 17 Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шоинбекова С. А., Шекеева Б.Ж. и др. Производные аллиламина с окислительно-восстановительными группами для синтеза редоксионитов. Патент РК № 9729 от 16.01.2006; *Б.и.*, **2006**, №12.
- 18 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Shoinbekova S.A. e.a. New oxidation-reduction monomers and polymers on the basis of monoethanolamine vinyl ethers, allylamine and some quinones. *React. and Funct.Polym*, **2005**, V.65, № 1-2, P.101-113.
- 19 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Nikitina A.I., Razuvaeva N. Study of quinoid derivatives of allylamine polymerization. *Asian J. Res. Chem.*, **2011**, V.4, № 9, P.1366-1370.
20. Несмеянов А.Н. *Начала органической химии*. Кн.2. М. **1974**, С. 145.
- 21 Мухитдинова Б.А. Автореф. дисс.докт.хим. наук. Алматы, **1997**.
- 22 Кабанов В.А., Зубов В.П., Семчиков Ю.Д. *Комплексно-радикальная полимеризация*. М.: Химия, **1987**, 256с.
- 23 Polimbetova G.S., Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Borangazieva A.K. Oxidation of phosphorous hydrogen by redoxpolymers. *Nauka i studia. Przemysl*, **2010**, № 4(28), P.48-56.
- 24 Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Polimbetova G.S., Borangazieva A.K. The synthesis of organophosphorus compounds from phosphine and alcohols in the presence of quinones and redox-polymers on their basis. *Euras.ChemTech Journal*, **2012**, V.14, № 3, P. 191-199
- 25 Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Полимбетова Г.С., Никитина А.И., Борангазиева А.К., Разуваева Н.И. Решение некоторых проблем экологии в процессе синтеза и применения редоксионитов. В сб.: *Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы»*, посвященной 100-летию академика А.О. Байконурова. Секция 4, **2012**, С. 510-515.

26 Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Nikitina A.I. Redox-ionites on service at Green chemistry. В сб.: Applied and Fundamental Studies: *Proceedings of the 1st International Academic Conference*. October 27-28, 2012, St. Louis, USA. St. Louis: Publishing House "Science & Innovation Center", **2012**, P. 132-138.

27 Baikonurova A.O., Ussoltseva G.A., Utegenov M.A., Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Grazhdanova Y. The Prospects of Application of Sorption Methods for Sewage Water Treatment // *ibid.* P.139-143.

REFERENCES

1 Mukhitdinov N. Ecological safety. Whose is care? – In the book. : *Bases of the mountain right. The chosen works*. Almaty, **2010**, V.2, P.352-354 (in Russ.).

2 Anastas P.T., Warner J.C. *Green Chemistry: Theory and Practice*: Oxford University Press. New York, **1998**, P.30.

3 Cook S. Green chemistry – evolution or revolution? *Green Chemistry*. **1999**, Oct., G138-G140.

4 [Sheldon](#) R.A. Fundamentals of green chemistry: efficiency in reaction design. *Chemical Society Reviews*, **2012**, V. 41, №4, P.1437-1451.

5 [Sheldon](#) R.A. The E Factor: fifteen years on. *Green Chem.*, **2007**, № 9, P. 1273-1283

6 [Sheldon](#) R.A. E factors, green chemistry and catalysis: an odyssey.

Chem. Commun., **2008**, P.3352-3365.

7 Bourne R. A., Poliakoff M. [Green chemistry: what is the way forward?](#) *Mendeleev communication*, **2011**, T.21, №5, P. 235-238.

8 Cassidy G.J., Kun K.A. *Oxidation-reduction polymers*. L.: Chemistry. **1967**, 270 p. (in Russ.).

9 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A. *Redoxionites*. Almaty:Nauka, **1983**, 288 p. (in Russ.).

10 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A. *Oxidation-reduction ionexchangers*. Almaty: RIO VAK PK, **2000**, 224 p. (in Russ.).

11 Kravchenko T.A. Oxidation and reduction substances by redoxites. *Soros education journal*, **1997**, № 12, P. 53-58 (in Russ.).

12 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Stefanova O.K. Bakirova R.Ch., Rozhdestvenskaya N.V. Redox polymers based on polyamines. *Reactive Polymers*, **1991/1992**, V.16, P. 321-334.

13 Hill D.W., Adams, H. J. Synthesis of o-quinones. *Amer. Chem. Soc.*, **1931**, V.53, P. 3252.

14 Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Rubanyuk N.N. One stage method of the synthesis of quinoid redox polymers. *Asian J.Res.Chem.*, **2012**, *V.5, № 5*, P. 616-619.

15 Sorokina. K. About green chemistry. El. resources: <http://www.bionet.nsc.ru/doska-obyavlenij/sobyitiya-v-institute/?page=2> (in Russ.).

16 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Shoinbekova S.A. e.a. Derivatives of monoethanolamine vinyl ether with oxidation-reduction groups for the synthesis of redoxionites. Patent of RK № 8813. 03.03.03; *Bulletin of inventions.*, **2003**, *№ 5* (in Russ.).

17 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Shoinbekova S.A., Shekeeva B.J. Derivatives of allylamine with oxidation-reduction groups for the synthesis of redoxionites. Patent № 9729. 16.01.2006; *Bulletin of inventions*, **2006**, *№12* (in Russ.).

18 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Shoinbekova S.A. e.a. New oxidation-reduction monomers and polymers on the basis of monoethanolamine vinyl ethers, allylamine and some quinones. *React. and Funct.Polym*, **2005**, *V.65, № 1-2*, P.101-113.

19 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Nikitina A.I., Razuvaeva N. Study of quinoid derivatives of allylamine polymerization. *Asian J. Res. Chem.*, **2011**, *V.4, № 9*, P.1366-1370.

20 Nesmeyanov A.N. *Nachala organicheskoi khimii*. Kn.2. M. **1974**, P. 145 (in Russ.).

21 Mukhitdinova B.A. Avtoreferat dis. doct.chim. nauk. Almaty, **1997** (in Russ.).

22 Kabanov V.A., Zubov V.P., Semchikov Yu.D. *Kompleksno-radikalnaya polimerisaziya*. M.: Khimiya, **1987**, 256 p. (in Russ.).

23 Polimbetova G.S., Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Borangazieva A.K. Oxidation of phosphorous hydrogen by redoxpolymers. *Nauka i studia. Przemysl*, **2010**, *№ 4(28)*, P.48-56.

24 Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Polimbetova G.S., Borangazieva A.K. The synthesis of organophosphorus compounds from phosphine and alcohols in the presence of quinones and redox-polymers on their basis. *Euras.ChemTech Journal*, **2012**, *V.14, № 3*, P. 191-199

25 Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Polimbetova G.S., Nikitina A.I., Borangazieva A.K. The solution of some environmental problems in the course of synthesis and application of redoxionites. In Book: Works of Intern. Sci.-pract. Conf. "Mining and metallurgy in Kazakhstan. Condition and prospects", academician A.O.Baykonurova devoted to the 100 anniversary. Section 4. **2012**, P. 510-515 (in Russ.).

26 Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Nikitina A.I. Redox-ionites on service at Green chemistry. In book: Applied and Fundamental Studies: *Proceedings of the 1st International Academic Conference*. October 27-28, 2012, St. Louis, USA. St. Louis: Publishing House "Science & Innovation Center", **2012**, P. 132-138 (in Russ.).

27 Baikunurova A.O., Ussoltseva G.A., Utegenov M.A., Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Grazhdanova Y. The Prospects of Application of Sorption Methods for Sewage Water Treatment. *ibid.* P.139-143.

Резюме

Б.А. Мұхитдинова, Е.Е. Ерғожин, А.И. Никитина

(«Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы қ.
Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ.)

РЕДОКС-ПОЛИМЕРЛЕР СИНТЕЗІ САЛАСЫНДА ЖАСЫЛ ХИМИЯ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫН ҚОЛДАНУ

Мақала хиноидты редокс-полимерлерді синтездеу және зерттеу саласына жатады. Тотықтырғыш-қалпына келтіргіш қасиеті бар реакцияға қабілетті қосылыстарды поликонденсациялау немесе химиялық түрлендіру арқылы сондай полимерлерді алудың түрлі жолдары берілген. Көптеген жағдайларда үдерісте кезең санын арттыратын және тиісінше редокс-полимерлердің алу жолын қиындататын макромолеку-лалардың қосымша қызмет жасауы керек. Жасыл химия тұжырымдамасының шегінде қоршаған ортаға кері әсерін тигізбейтін, тотықтырғыш-қалпына келтіргіш полимерлерді синтездеу тәсілдерін жақсартудың түрлі аспектілері талқылануда. Редокс-полимерлер синтезінің экологиялық тиімді тәсілдерінің болашақ жолдары қарастырылды.

Кілт сөздер: редокс-полимерлі, хинондар, полиаминдер, қоршаған ортаны қорғау, Жасыл химия.

Summary

B.A. Mukhitdinova, E.E. Ergozhin, A.I. Nikitina

(ISC «Institute of Chemical Sciences named after A.B. Bekturov», Almaty
Kazakh-British Technical University, Almaty)

APPLYING THE CONCEPT OF GREEN CHEMISTRY IN THE SYNTHESIS OF REDOX POLYMERS

This article relates to the synthesis and study of quinoid redox polymers. The various ways of obtaining such polymers by polycondensation or chemical modification of reactive compounds with redox properties are given. It is shown that in most cases, require additional functionalization of macromolecules, which adds a number of stages in the process and thus complicates the method of receiving the redox polymer. Within the concept of Green Chemistry discusses the various aspects of improving the methods for the synthesis of oxidation-reduction redox polymer which has no negative impact on the environment. Promising ways of environmentally acceptable methods for the synthesis of redox polymers are considered.

Keywords: redox-polymer, hinoni, poliaminy, preservation of the environment, Green chemistry.

Поступила 01.03.2013 г.