

June 2019

## Influence of the structure of aldehydes on the directions of their reactions with monoethanolamine

Khudoyberdidiev Akhmadali

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, axmadali.xudoyberdiyev.93@mail.ru*

Khodjayorova Guzal

*Samarkand Veterinary Medical Institute, Uzbekistan, guzalxodjayorova@gmail.com*

Adilov Ravshan

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, adilov\_ravshan@mail.ru*

Alimukhamedov Muzaffar

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, MGA1953@mail.ru*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

---

### Recommended Citation

Akhmadali, Khudoyberdidiev; Guzal, Khodjayorova; Ravshan, Adilov; and Muzaffar, Alimukhamedov (2019) "Influence of the structure of aldehydes on the directions of their reactions with monoethanolamine," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2019 : No. 2 , Article 5.  
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2019/iss2/5>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

## INFLUENCE OF THE STRUCTURE OF ALDEHYDES ON THE DIRECTIONS OF THEIR REACTIONS WITH MONOETHANOLAMINE

Axmadali KHUDOYBERDIDIEV<sup>1</sup> (axmadali.xudoyberdiyev.93@mail.ru), Guzal KHODJAYOROVA<sup>2</sup> (guzalxodjayorova@gmail.com), Ravshan ADILOV<sup>1</sup> (adilov\_ravshan@mail.ru), Muzaffar ALIMUKHAMEDOV<sup>1</sup> (MGA1953@mail.ru), Farkhod MAGRUPOV<sup>1</sup> (magrupov4@mail.ru)  
<sup>1</sup>Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan  
<sup>2</sup>Samarqand Veterinary Medical Institute, Uzbekistan

The article presents the results of studies to identify the nature of aldehydes on the direction of their reaction with monoethanolamine. IR, PMR and NMR13C spectral analyzes have shown that a heterocyclic compound consisting of methylene groups and tertiary nitrogen is formed as a result of the reaction of equimolar amounts of MEA and PD. In addition, each tertiary nitrogen atom contains a side pendant - hydroxyethyl groups. The presence of hydroxyl groups allows this compound to be attributed to symmetrical hexahydrotriazine containing three OH groups. The formation of symmetric hexahydrotriazine is due to the trimerization of methylideneaminoethanol, which in turn is formed by the reaction of MEA with PD. The validity of this structure is confirmed by the determination of the elemental composition of the synthesized compound.

It was established that the yield of the final product depends on the structure of aldehydes, i.e. on the nature and extent of substituents at the carbonyl group. Bulk substituents probably reduce of side reactions of polymerization and cyclic formation. The individuality of the synthesized compounds was established by IR, NMR spectra, as well as by comparing the theoretically calculated and experimentally determined elemental compositions of the products. The reaction of benzaldehyde with monoethanolamine, studied in the conditions, stops at the stage of formation of azomethines. It was shown that, under the conditions studied, depending on the nature and volume of the substituents, the carbonyl group of aldehydes forms N, N', N''-tris-(β-hydroxyethyl)-hexahydro-S-triazine and benzylidene-aminoethanol.

**Keywords:** aldehydes, formaldehyde, benzaldehyde, monoethanolamine, heterocyclic compound, azomethine, structure, steric factors.

## ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ АЛЬДЕГИДОВ НА НАПРАВЛЕНИЕ ИХ РЕАКЦИИ С МОНОЭТАНОЛАМИНОМ

Axmadali Itolmas ugli XUDOYBERDIDIEV<sup>1</sup> (axmadali.xudoyberdiyev.93@mail.ru), Guzal Rustamovna XODJAYOROVA<sup>2</sup> (guzalxodjayorova@gmail.com), Ravshan Irkinovich ADILOV<sup>1</sup> (adilov\_ravshan@mail.ru), Muzaffar Ganievich ALIMUKHAMEDOV<sup>1</sup> (MGA1953@mail.ru), Farkhod Asadullaevich MAGRUPOV<sup>1</sup> (magrupov4@mail.ru)  
<sup>1</sup>Tashkentский химико-технологический институт, Узбекистан  
<sup>2</sup>Самаркандский ветеринарный медицинский институт, Узбекистан

В статье изложены результаты исследований по выявлению природы альдегидов на направление их реакции с моноэтаноломином. ИК-, ПМР- и ЯМР13С-спектральными анализами показано, что в результате реакции эквимолярных количеств МЭА и ФД образуется гетероциклическое соединение, состоящее из метиленовых групп и третичного азота. При этом каждый третичный атом азота содержит боковую привеску – гидроксильные группы. Наличие гидроксильных групп позволяет отнести данное соединение к симметричному гексагидротриазину, содержащему три ОН-группы. Образование симметричного гексагидротриазина обусловлено тримеризацией метилденаминоэтанола, который в свою очередь образуется реакцией МЭА с ФД. Справедливость данного строения подтверждена и определением элементного состава синтезированного соединения.

Установлено, что выход конечного продукта зависит от строения альдегидов, т.е. от природы и объема заместителей при карбонильной группе. Объемные заместители, по-видимому, снижают вероятность побочных реакций полимеризации и циклообразования. Индивидуальность синтезированных соединений устанавливалась по ИК-, ЯМР-спектрам, а также сопоставлением теоретически вычисленных и экспериментально определенных элементных составов продуктов. Реакция взаимного действия бензальдегида с моноэтаноломином в исследованных условиях, останавливается на стадии образования азометинов. Показано, что в исследуемых условиях, в зависимости от природы и объема заместителей при карбонильной группе альдегидов образуются N, N', N''-трис-(β-оксипропил)-гексагидро-S-триазин и бензилденаминоэтанол.

**Ключевые слова:** альдегиды, формальдегид, бензальдегид, моноэтанолмин, гетероциклическое соединение, азометин, строение, стерические факторы.

## ALDEGIDLAR STRUKTURASINING MONOETANOLAMIN BILAN REAKSIYADI YO'NALISHIGA TA'SIRI

Axmadali Itolmas o'g'li XUDOYBERDIDIEV<sup>1</sup> (axmadali.xudoyberdiyev.93@mail.ru), Go'zal Rustamovna XODJAYOROVA<sup>2</sup> (guzalxodjayorova@gmail.com), Ravshan Irkinovich ADILOV<sup>1</sup> (adilov\_ravshan@mail.ru), Muzaffar Ganievich ALIMUKHAMEDOV<sup>1</sup> (MGA1953@mail.ru), Farkhod Asadullaevich MAGRUPOV<sup>1</sup> (magrupov4@mail.ru)  
<sup>1</sup>Toshkent kimyoviy texnologiya instituti, O'zbekiston  
<sup>2</sup>Samarqand veterinariya tibbiyot instituti, O'zbekiston

Maqolada monoetanolamin bilan reaksiya yo'nalishiga aldegidlarning tabiatining ta'sir iko'rsatib berilgan. IK-, PMR- va YAMR 13C-tahlil ushblari bilan monoetanolamin (MEA) va formaldegidlarning (FD) ekvimolyar nisbatlarida reaksiyasining mahsuloti sifatida uchlamchi azot va metilen guruhi saqlovchi geterosiklik birikma hosil bo'ladi. Bunda har bir uchlamchi azot yonaki gidroksietil guruhini saqlaydi. Gidroksil guruhlarining mavjudligi bu birikmani uchta gidroksil guruhini saqlovchi simmetrik geksagidrotiazin guruhiga mansubligidan dalolat beradi. Geksagidrotiazin hosil bo'lishi MEA va FD reaksiyasining oraliq mahsuloti bo'lgan metilidenaminoetanolning polimerlanishi bilan ketadi. Simmetrik geksagidrotiazin hosil bo'lishi sintez qilingan birikmaning element tarkibini aniqlash yo'li bilan ham tasdiqlanadi.

Yakuniy mahsulotning chiqishi karbonil guruhi bilan yon-yonturgan o'rinbosar tabiati va o'lchamiga (hajmiga) bog'liqligi aniqlandi. Hajmiy o'rinbosarlar azometin guruhining ochilishiga to'sqinlik qilishi hisobiga xalqa hosil bo'lish reaksiyasi sekinlashi yoki butkul to'xtashi, yoki jarayon xalqa birikma xoligacha bermay azometilhosil bo'lish bosqichida to'xtashi ko'rsatildi. Sintez qilingan birikmalarning tuzilishi IK-, YAMR- spektroskopiya va nazariy hisoblangan va eksperimental topilgan element tarkiblarining mos kelishi bilan aniqlandi. Aytilganlarning tasdig'i sifatida benzaldegid monoetanolamin bilan ta'sirlanishi mahsuloti azometil bo'ldi. Ko'rsatildiki, tadiq qilingan sharoitlarda aldegidlarning tabiati va tuzilishi ularni monoetanolamin bilan reaksiyasining yakuniy mahsuloti sifatida N,N',N''-tris(β-oksietil)- geksagidro-S-triazin va benzilidenaminoetanol hosil bo'ladi.

**Kalit so'zlar:** aldegidlar, formaldegid, benzaldegid, monoetanolamin, heterosiklik birikma, azometin, tuzilish, sterik omillar.

### Введение

При взаимодействии альдегидов с аминами в зависимости от природы исходных веществ и условий проведения реакции могут образоваться различные азотсодержащие продукты [1, 2]. В этом аспекте большой интерес представля-

ют продукты взаимодействия моноэтаноламина (МЭА) с альдегидами благодаря тому, что с использованием альдегидов различной природы появляется возможность варьирования строением и свойствами синтезированных гидроксилсодержащих азометинов [3-6].

Аминоспирты относятся к гетерофункциональным соединениям, проявляют химические свойства и аминов, и спиртов. При этом взаимное влияние функциональных групп приводит к проявлению ими ряда особенностей. В частности, из-за электроноакцепторного характера гидроксильных групп основность аминоспиртов и нуклеофильность атома азота в них ниже, чем в аналогичных алифатических аминах. В свою очередь нуклеофильность атома кислорода гидроксильной группы также понижена вследствие отрицательного индуктивного эффекта аминогруппы. Изложенное обуславливает умеренную реакционную активность функциональных групп аминоспиртов в реакциях, характерных для них, в частности в реакциях нуклеофильного присоединения [7].

Альдегиды являются одним из представителей карбонилсодержащих соединений. В карбонильной группе  $\pi$ -электроны двойной связи сильно оттянуты к кислороду. Поэтому углерод карбонильной группы становится электронодефицитным центром, а кислород – электроноизбыточным. В результате на атоме углерода карбонильной группы возникает частичный положительный заряд ( $\delta^+$ ), а на атоме кислорода частичный отрицательный заряд ( $\delta^-$ ). Это приводит к тому, что атом углерода становится центром для нуклеофильной атаки, атом кислорода с не поделенными парами электронов – основным центром, по которому осуществляется кислотный катализ в реакциях присоединения, а также процесс енолизации [8]. Таким образом, чем больше частичный положительный заряд на углероде карбонильной группы, тем легче происходит нуклеофильное присоединение, т.е. электроноакцепторные заместители повышают, а электронодонорные понижают реакционную активность альдегидов в реакциях нуклеофильного присоединения. По этой причине ароматический радикал, находящийся в сопряжении с карбонильной группой, проявляет более сильное электронодонорное действие, чем алифатические радикалы, т.е. ароматические альдегиды менее реакционноспособны, чем алифатические. Определенное влияние на реакционную способность карбонильных соединений оказывают и стерические факторы: объемные заместители снижают скорость реакции [7].

Действительно, формальдегид (ФД), который характеризуется наименьшим стерическим фактором, при взаимодействии с моноэтаноламином образует циклические гидроксилазотсодержащие продукты [4]. После окончания синтеза в процессе перегонки при пониженном давлении в приемнике сначала собирается низковязкая жидкость слабозелтого цвета, у которой к концу перегонки (продолжительность 0,5 час) возрастает вязкость (от 0,2 до 10 Па·с). При этом выделение побочных продуктов не наблюдается.

Добавление в эту жидкость гидрохинона удлиняет период начала возрастания вязкости.

В данной статье изучено влияние строения альдегидов на направление их реакции с моноэтаноламином.

#### Объекты и методы исследования

В работе использовали: моноэтаноламин с  $\rho_4^{45}=1,012$ ,  $n_D^{45}=1,4539$ , очищенный перегонкой в вакууме при 105 °С/12 мм рт. ст.; формальдегид в виде водного раствора — формалина, содержащего 37 г формальдегида в 100 г раствора; бензальдегид с  $\rho_4^{45}=1,0415$ ,  $n_D^{45}=1,5455$ .

Реакцию проводили в массе при эквивалентном соотношении альдегид - моноэтаноламин. При интенсивном перемешивании моноэтаноламин прикапывали к альдегидам поддерживая температуру не выше 30 °С. После окончания прикапывания реакционную массу термообработываем при температуре (50±2) °С.

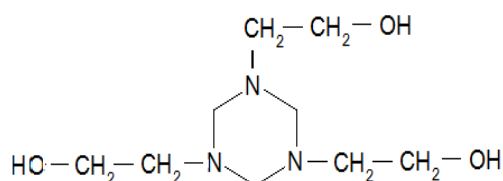
Конечные продукты подвергали вакуум-перегонке при остаточном давлении 10 мм. рт. ст. ИК-спектры снимали на ИК-Фурье спектрометре IRTracer-100 в тонком слое. Растворённый в CD<sub>3</sub>OD (дейтерированном метаноле) синтезированный продукт был изучен на приборе NMR испускающий лучи <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C изотопами, воздействуя частотой 400 Герц.

Молекулярную массу определяли криоскопическим методом [6], содержание гидроксильных групп определяли методом фталирования по ГОСТ 25261-82, третичного азота титрованием в неводной среде методом [6]; содержание влаги по Фишеру согласно [6].

#### Результаты и их обсуждение

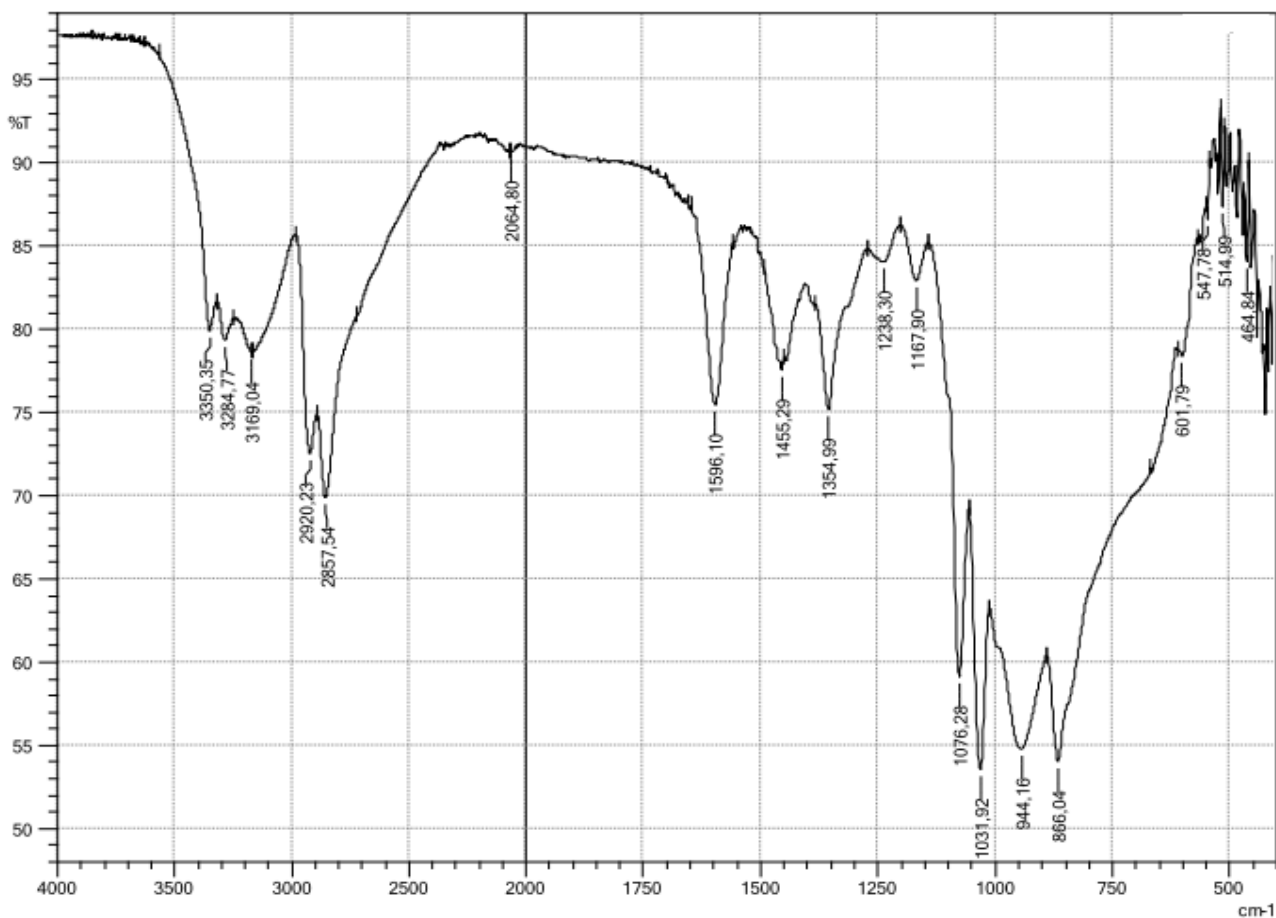
Полученный после перегонки загустевший продукт через сутки характеризуется следующими физико-химическими свойствами: молекулярная масса (ММ) 215, содержание гидроксильных групп 23,4%, третичного азота 19,2%, выход от теоретически возможного 85%.

Учитывая полученные значения физико-химических свойств конечного продукта, можно предположить образование N, N', N''-трис-( $\beta$ -оксиэтил)-гексагидро-S-триазина (ТОЭГТ):

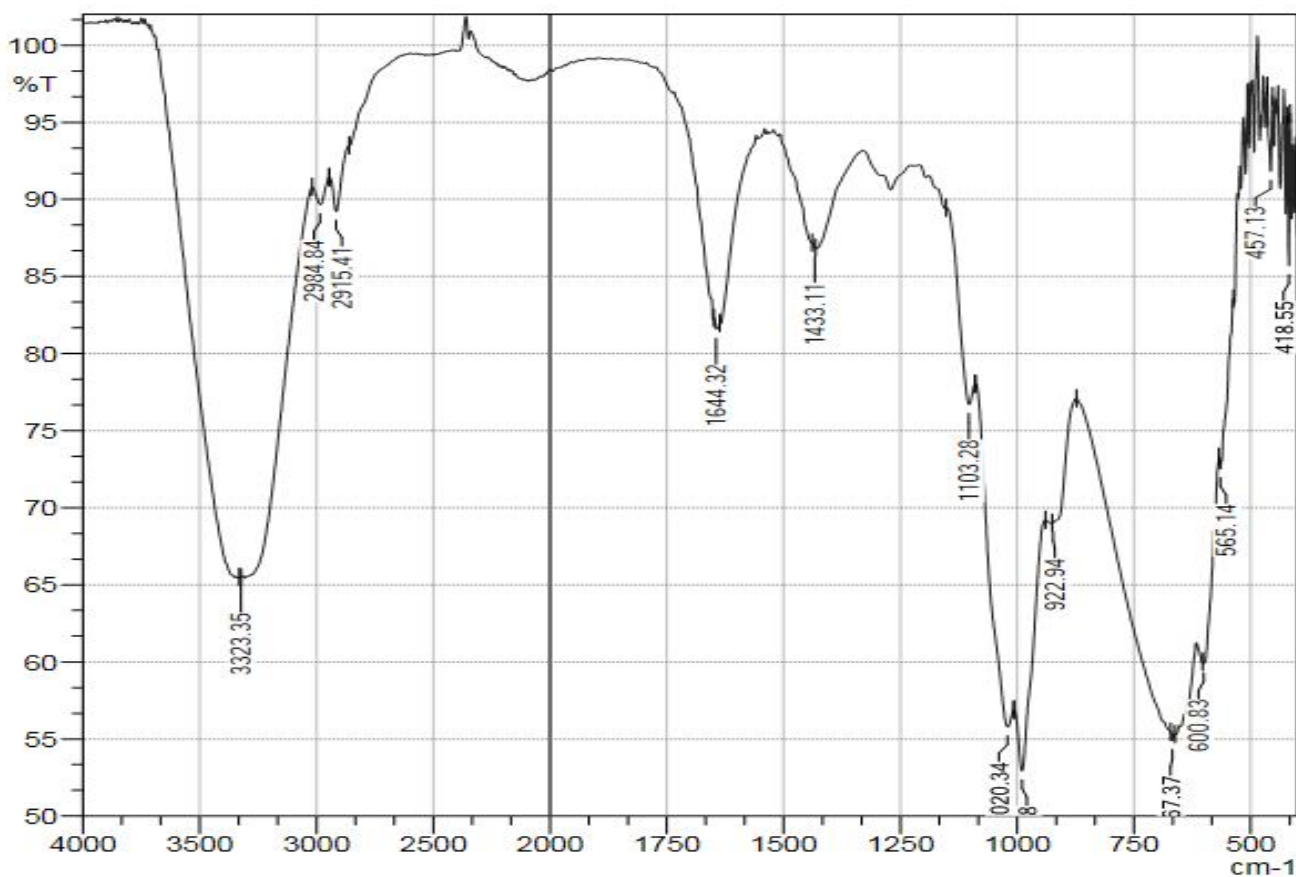


Теоретический расчет, исходя из структуры ТОЭГТ [5], дает следующие значения ММ, концентраций гидроксильных групп и третичного азота: 219, 23,3%, 19,1% соответственно.

a)



b)



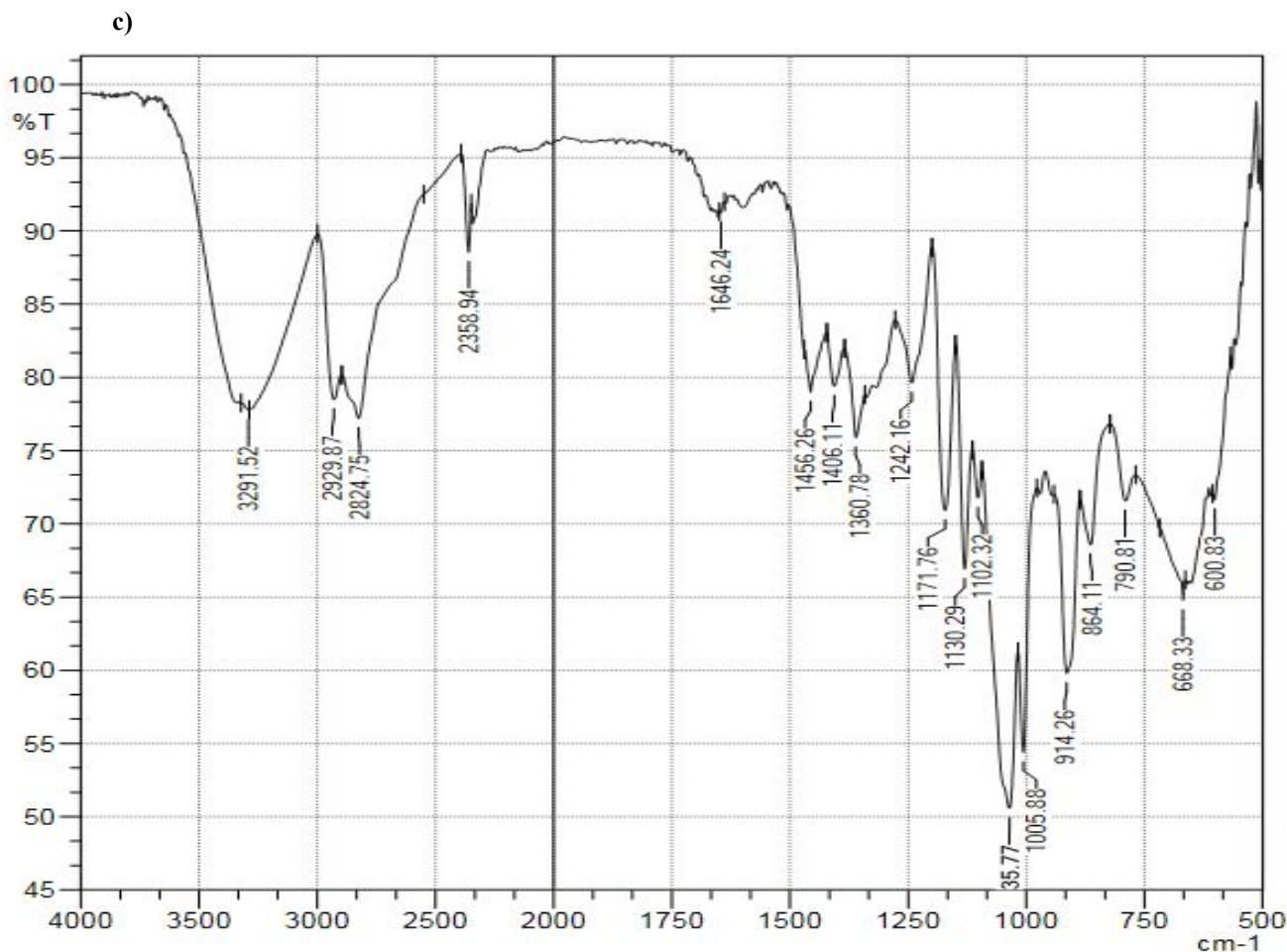


Рис. 1. ИК – спектры моноэтаноламина (а), формалина (37% ный раствор) (б) и N, N', N''- трис-(β-оксиэтил)-гексагидро-S- триазина (с).

Удовлетворительное совпадение практически определенных и теоретически рассчитанных значений ММ, концентрации гидроксильных групп и третичного азота указывает на преимущественное образование в выбранных нами условиях ТОЭГТ. Предположение подтверждается также данными ИК-, ЯМР-спектров, а также результатом элементного анализа полученного продукта.

Так, на ИК- спектрах МЭА (рис. 1а) имеется широкая полоса пропускания при 3500-3150  $\text{cm}^{-1}$  первичных аминных и гидроксильных групп,  $\text{CH}_2$ -групп, связанных с атомом азота и кислорода при 2920 и 2857  $\text{cm}^{-1}$ , деформационных колебаний первичных  $\text{NH}$ - и  $\text{CH}_2$ -групп при 1596  $\text{cm}^{-1}$  и 1455  $\text{cm}^{-1}$ , скелетных колебаний  $\text{OH}$  при 1354 и 1318  $\text{cm}^{-1}$  и  $\text{C-N}$  при 1360, 1167, 1030  $\text{cm}^{-1}$ , валентных колебаний  $\text{C-O}$  в  $\text{CH}_2\text{OH}$  при 1050-1085  $\text{cm}^{-1}$ , широкая полоса поглощения при 712  $\text{cm}^{-1}$  деформационных колебаний  $\text{NH}_2$  [9]. В соответствии с ГОСТ-1625 формалин технический содержит до 8% метанола. Поэтому на его ИК-спектрах (рис. 1б) имеются полосы пропускания ассоциированных гидроксильных групп при 3200-3400, 1020  $\text{cm}^{-1}$ , валентных  $\text{CH}_3$  при 2985  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{CH}_2$  –групп при 2915  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{C=O}$  при 1644  $\text{cm}^{-1}$ ,

деформационных метильных, метиленовых групп при 1433  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{C-O}$ - при 1103, 980  $\text{cm}^{-1}$ .

На ИК-спектрах ТОЭГТ (рис. 1с), исчезают полосы пропускания, характерные для первичных аминных (3530-3200, 1318, 963, 711  $\text{cm}^{-1}$ ), карбонильных (1644  $\text{cm}^{-1}$ ) групп и появляется новая полоса пропускания при 1653  $\text{cm}^{-1}$ . Полосы пропускания гидроксильных групп существенного изменения не претерпевают. Это, по-видимому, свидетельствует о протекании реакции между аминными и карбонильными группами и образованием на конечной стадии процесса гетероциклического соединения. На преимущественное образование в выбранных нами условиях ТОЭГТ указывает появление на ИК-спектрах синтезированного соединения полос пропускания первичных ассоциированных гидроксильных групп при 3200-3400  $\text{cm}^{-1}$ , 1005  $\text{cm}^{-1}$ , метиленовых групп при 2850-2950  $\text{cm}^{-1}$ ,  $-\text{CH}_2\text{-N}$ -связей в цикле при 1646  $\text{cm}^{-1}$  [9].

Данное предположение дополняется и подтверждается ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  (рис. 2 и 3).

На ПМР – спектрах ТОЭГТ (рис. 2) имеются сигналы протонов гидроксильных групп при 4,8 м.д. (синглет),  $-\text{CH}_2\text{-N}$ – в цикле при 3,58

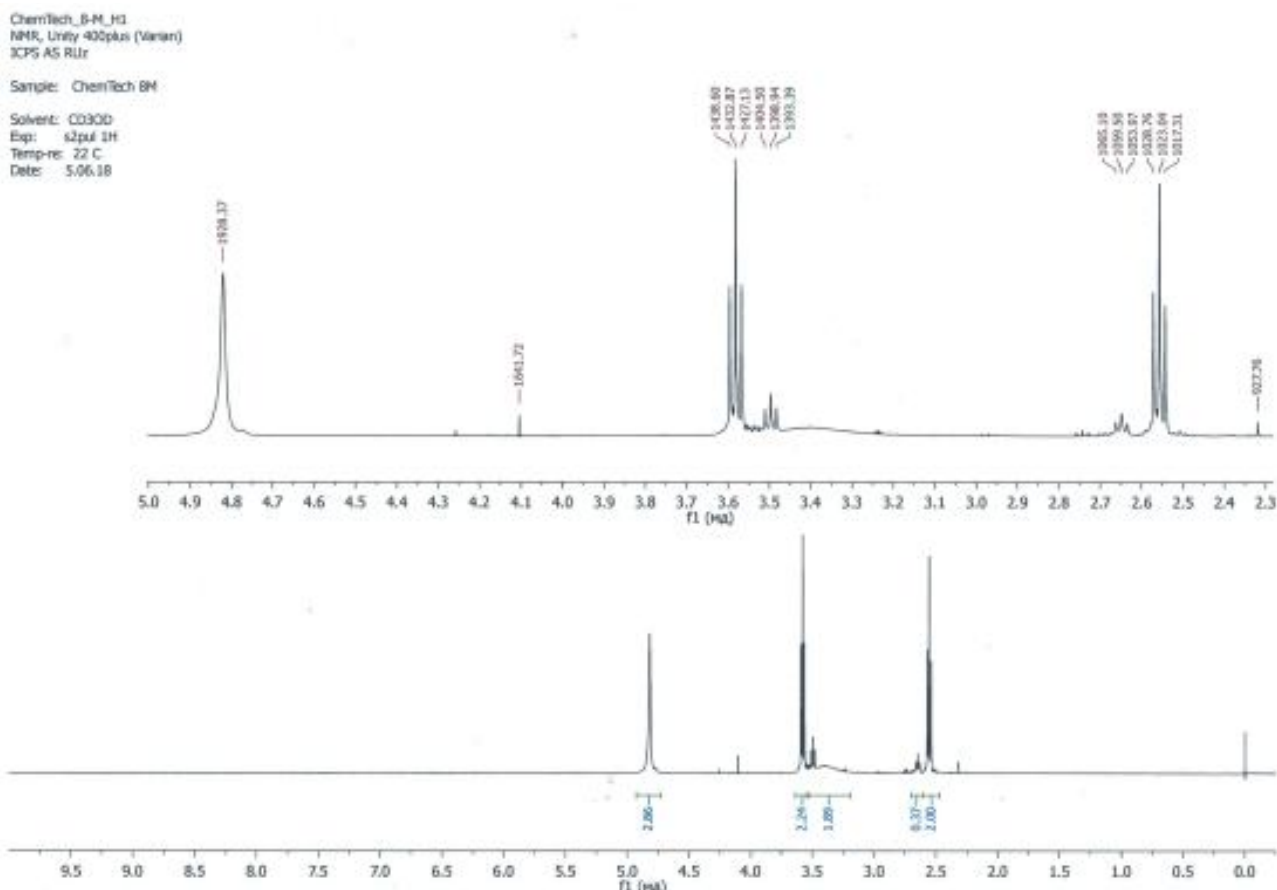


Рис. 2. ПМР-спектры N,N',N''-трис-(β-оксиэтил)-гексагидро-S-триазина.

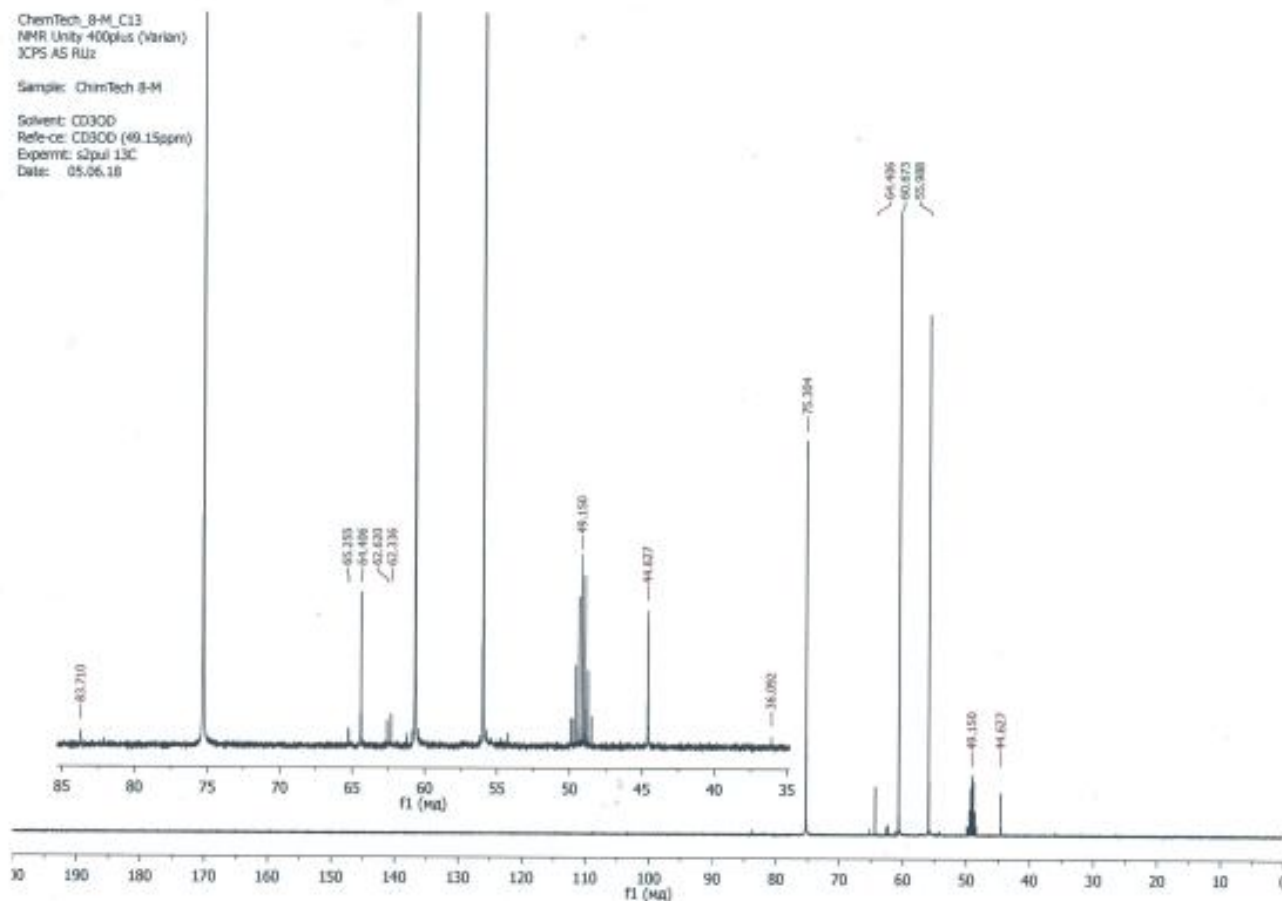


Рис. 3. ЯМР <sup>13</sup>C спектры N,N',N''-трис-(β-оксиэтил)-гексагидро-S-триазина.

**Таблица 1**  
**Условия синтеза и физико-химические свойства синтезированных N, N', N''-трис-(β-оксиэтил)-гексагидро-S-триазина и бензилиденаминоэтанола (БАЭ) (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH=N-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH)**

Показатели	ТОЭГТ	БАЭ
Условия синтеза: мольное соотн. альдегид.: моноэтаноламин нач. температура, °С макс. температура, °С	1 : 1 30-32 52	1 : 1 30-32 52
Выход, %	85	92
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1175,8	1075,7
Коэффициент преломления, $n_D^{20}$	1,5180	1,5730
Молекулярная масса *	215/219	149/149
Содержание*, %: гидроксильных групп третичного азота	23,4/23,3 19,2/19,2	11,7/11,7 9,8/9,4
Элементный состав*, %:		
С	49,4/49,3	72,4/72,5
Н	9,2/9,6	7,5/7,4
О	22,2/21,9	10,3/10,7
N	19,2/19,2	9,8/9,4

\* - числитель- экспериментальные данные,  
 знаменатель- теоретически вычисленные данные.

м.д. (триплет с центром 3,58), -CH<sub>2</sub>-N- боковых групп при 3,5 м.д (триплет с центром 3,5), для -CH<sub>2</sub>-O- групп при 2,55 м.д. (триплет с центром 2,55). Синглетный характер сигнала ОН, по-видимому, свидетельствует об отсутствии взаимного влияния протонов двух соседних ядер и конечном характере гидроксильных групп. Проявление сигналов метиленовых групп в виде триплетов говорит в пользу наличия взаимодействия между протонами трех соседних ядер. Отсутствие более сложных мультиплетов обусловлено тем, что между метиленовыми и этиленовыми группами присутствует третичный атом азота, который не содержит протона [9]. Данные ПМР-спектроскопии дополняют ЯМР<sup>13</sup>С спектры (рис. 3). Так, метиленовые группы, связанные с гидроксильной группой в алифатической цепочке -CH<sub>2</sub>-ОН дают сигналы при 60,7 и 64,4 м.д., метиленовые группы, связанные с третичным атомом азота в алифатической цепочке -CH<sub>2</sub>-N< 44,6 и 55,9 м.д., >N-CH<sub>2</sub>-N< и >CH<sub>2</sub>-N-CH<sub>2</sub>< групп в цикле соответственно при 49,15 и 75,3 м.д.

Данные ИК, ПМР и ЯМР<sup>13</sup>С спектральных анализов позволяют сделать следующее заключение: в результате реакции эквимольных количеств МЭА и ФД образуется гетероциклическое соединение, состоящее из метиленовых групп и третичного азота. При этом каждый третичный атом азота содержит боковой привес - гидроксильную группу.

Наличие гидроксильных групп позволяет отнести данное соединение к симметричному гексогидротриазины, содержащему три ОН-группы. Образование симметричного гексогидротриазина обусловлено тримеризацией метилиденаминоэтанола, который в свою очередь образуется реакцией МЭА с ФД.

Справедливость данного строения подтверждено и определением элементного состава синтезированного соединения. Экспериментально определенный и теоретически вычисленный элементные составы удовлетворительно совпадают: экспериментальные значения (%):

С-49,4; Н-9,2; N-19,2; O-22,2;

теоретически вычисленные значения (%):

С-49,3; Н-9,6; N-19,2; O-21,9.

В отличие от формальдегида, при взаимодействии бензальдегида с моноэтаноламинном реакция, в исследованных условиях, останавливается на стадии образования азометинов (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают, что выход конечного продукта зависит от строения альдегидов, т.е. от природы и объема заместителей при карбонильной группе. Объемные заместители, по-видимому, снижают вероятность побочных реакций полимеризации и циклообразования. Индивидуальность синтезированных соединений устанавливалась по ИК-, ЯМР-спектрам, а также сопоставлением теоретически вычисленных и экспериментально определенных элементных составов продуктов.

На ИК- спектрах бензальдегида имеются полосы пропускания карбонильных групп ароматического альдегида при 1670 см<sup>-1</sup>, ароматического кольца при 3030, 1596, 1583, 1456 см<sup>-1</sup>, метиленовых групп при 2819, 1390, 1310, 1287, 1201, 826 см<sup>-1</sup>. Ароматическое кольцо является монозамещенным исходя из пропускания при 1166 и 742 см<sup>-1</sup>.

На ИК-спектрах БАЭ отсутствуют полосы пропускания альдегидных групп (1670 см<sup>-1</sup>), появилась полоса пропускания азометиновых связей при 1644 см<sup>-1</sup>, метиленовых групп при 2846 и 1450 см<sup>-1</sup>, гидроксильных групп при 3280 и 1024 см<sup>-1</sup>. Кроме этого сохранились полосы пропускания монозамещенного ароматического кольца [9].

Расшифровка ПМР спектров бензальдегида позволяет сделать следующие выводы: Расчет количества протонов по интегральным кривым – число протонов 6, что совпадает с числом протонов в его составе (6). Следовательно это продукт без примесей – чистое вещество.

На ПМР - спектре БАЭ имеются сигналы протонов альдегидных групп при 9,8 м.д (синглет). Протоны ароматического кольца дают три мультиплета с центрами при 7,37 м.д, 7,47 м.д. и 7,75 м.д. Протоны альдегидной группы не расщеплены и дают сигнал в виде синглета, что свидетельствует об отсутствие спин-спинового

взаимодействия с их участием. Карбонильная группа в –CHO вызывает разную степень поляризации углеродных атомов ароматического кольца. При этом наблюдается достаточно сложное спин-спиновое взаимодействие между протонами кольца. Более точную информацию можно получить из ЯМР<sup>13</sup>C спектров бензальдегида. На спектрах ЯМР<sup>13</sup>C каждый углеродный атом ароматического кольца дает синглет. При этом C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub> дают сигналы при 129 м.д., C<sub>6</sub> – при 129,8 м.д., C<sub>5</sub> – при 135,3 м.д., C<sub>2</sub> – при 137,4 м.д., C<sub>7</sub> – 193,7 м.д. Это свидетельствует о том, что сигналы наиболее близких к карбонильной группе атомов углерода находятся в области сильных полей (C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>). Сигналы C<sub>2</sub>, которые находятся в соседстве с карбонильной группой сдвинуты в слабые поля вследствие наибольшего оттягивания его электронной плотности [9].

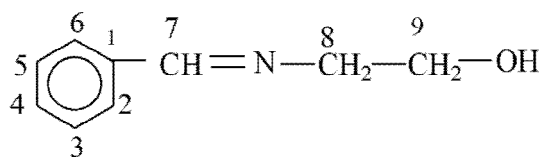
Количество протонов, рассчитанное по интегральным кривым на ПМР-спектрах БАЭ,

Химический сдвиг, м.д	Число протонов по интегральной кривой, у.е.	Отнесение
3,6 (м)	2	CH <sub>2</sub> - O
3,7 (м)	2	CH <sub>2</sub> - N
4,9 (с)	1,35	ОН
7,3 (м)	3 Ar-H	
7,66(м)	2 Ar-H	
8,2 (с)	1 CH = N	

Сумма: 11

равно 11, что совпадает с количеством водородных атомов в составе бензилиденаминоэтанола. Данные обработки ПМР-спектра, следующие:

Соотношение протонов Ar-H:CH=N:CH<sub>2</sub>:ОН = 5:1:4:1. Строение БАЭ, исходя из этого соотношения протонов будет следующим:



Анализ ЯМР<sup>13</sup>C спектров БАЭ показывает, что это индивидуальное соединение не содержит примесей. Расшифровка спектра показала, что в нем имеются сигналы следующих углеродсодержащих групп атомов: C<sub>(9)</sub>H<sub>2</sub>-O-метиленовых групп, связанных с гидроксильной группой, C<sub>(8)</sub>H<sub>2</sub>-N-метиленовых групп, связанных с третичным атомом азота, C<sub>(7)</sub>H=N-метиленовых групп в азометиновой связи, C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>;C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>-метиновые группы ароматического кольца, C<sub>4</sub>-метиновые группы ароматического кольца наиболее отдаленного от углерода, со-

Таблица 2

Физико-химические свойства мономерных гидросилазотсодержащих соединений

Показатели	ТОЭГТ	БАЭ
Молекулярная масса	219	149
Температура кипения, °С при ост. давлении(кПа)	109/1,33	147/1,33
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1176	1076
Коэффициент преломления, n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	1,5180	1,5730
Содержание, % гидроксильных групп третичного азота	23,3 19,2	11,7 9,4
Содержание влаги по Фишеру, %	0,1	0,1
Расчетная функциональность по ОН-группам	3	1

держашего заместитель –CH=N–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–ОН, C<sub>1</sub>- углеродный атом непосредственно связанный с –CH=N–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–ОН. Таким образом, ЯМР<sup>13</sup>C подтверждает структуру БАЭ, установленную ПМР-спектроскопией.

В БАЭ наименее поляризованы углерод C<sub>4</sub>, находящийся в пара положении к углероду C<sub>1</sub>, содержащего боковое ответвление в виде –CH=N–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–ОН. Группы, содержащие углероды C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> и C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub> имеют одинаковую степень поляризации в силу того, что одинаково удалены от углерода C<sub>1</sub>, содержащего заместитель. Метинговая группа в –CH=N– находится в слабом поле, т.е. она наиболее деэкранирована, следовательно ее протон наиболее подвижен и подвержен атакам нуклеофильных реагентов.

Теоретически рассчитанные, исходя из линейного строения, элементный состав гидросилазотсодержащих соединений, удовлетворительно совпадает с экспериментально определенными (табл. 1).

Вышеизложенное свидетельствует о том, что в исследуемых условиях, в зависимости от природы и объема заместителей при карбонильной группе альдегидов образуются N, N', N''-трис-(β-оксиэтил)-гексагидро-S-триазин и бензилиденаминоэтанол, которые характеризуются физико- химическими свойствами представленными в таблице 2.

**Заключение**

Варьированием природы альдегидов удалось синтезировать гидросилазотсодержащие соединения различного строения и функциональности и показать определяющее влияние стерических факторов на направление реакции.



**REFERENCES**

1. Dzhaliyov A.T., Malkanduyev YU.A., Mikitayev A.K. *Sintez i svoystva reaktivnykh polimerov* [Synthesis and properties reactive polymers] Moscow, RCTU Publ., 2011. 282 p.
2. *Azometiny. Stroyeniye, svoystva, primeneniye* [Azomethines. Structure, properties, application]. Rostov-na Donu. 1967. 297 p.
3. Beloborodov V.L., Suryaban S., Luzin A.P., Tyukavina N.A. *Organicheskaya khimiya* [Organic chemistry]. Kn.1, Moscow, Drofa, 2003. 640 p.
4. Magrupov F.A., Alimukhammedov M.G., Nizamov T.A., Adilov R.I. Polimerizatsionnyye furanovyie oligomery [Polymerization furan oligomers]. *Plastics*, 2011, no. 5, pp. 20-24.
5. Adilov R.I. Zakonomernosti obrazovaniya monomernykh i oligomernykh produktov vzaimodeystviy amonolamina i aldegidov [Chemistry and Chemical Technology]. *Khimiya va khimyo tekhnologiyasi*, 2016, specialist. release, pp. 43-50.
6. Becker H., Berger W., Domschke G. usw. *Organikum*. Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften Publ., 1993. 790 p. (Russ. ed.: Becker H., Berger W., Domschke G. usw. *Organikum*. Moscow. Mir Publ., 2008. t. 2. 488 p.)
7. Bekker G. Introduction to the electronic theory of organic reactions. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1964, 658 p. (Russ. ed.: Becker G. *Vvedeniye v elektronnyuyu teoriyu organicheskikh reaktsiy*. Moscow. Mir Publ., 1977. 670 p.)
8. Laurent P.A., Ferreira P.D. Quelgues résultats non vea ux sur les okazolidines 2 et substitues. *Bulletin de la société chimique de France*. 1967, no. 2, pp. 570-575.
9. Prech E. Opredeleniye stroyeniya organicheskikh soyedineniy. Tablitsy spektral'nykh dannykh [Determination of the structure of organic compounds]. Moscow BINOM Publ., 2006. 438 p.