УДК 66.095.34

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-5-240-25-30

Е. В. Рассказова, А. А. Алексанян, В. В. Бурмистров, Г. М. Бутов

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ КАМФОРЫ С 1,6-ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНОМ

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета

E-mail: butov@volpi.ru

Исследовано влияние различных параметров процесса на протекание реакции рацемической камфоры с 1,6-гексаметилендиамином. Подобраны оптимальные условия проведения реакции, обеспечивающие наибольший выход целевого продукта.

Ключевые слова: камфора, азометины, ускорители вулканизации, подбор растворителей, основания Шиффа.

Основания Шиффа (азометины) различного строения обладают широким спектром полезных свойств. Азометины, их аналоги и производные входят в состав ряда лекарственных средств, находят применение в технике в качестве мономеров, присадок к топливам и маслам, компонентов полимерных композиций и т. д. [1, 2].

N,N'-(Гексан-1,6-дил)бис(1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гептан-2-имин) (рис. 1) показал свою эффективность в качестве новой полифункциональной добавки для резин на основе каучука СКИ-3, позволяющей достигать более высоких прочностных показателей резин, повышая стойкость резин к термоокислительному старению и обеспечивая необходимую скорость вулканизации, по сравнению с вулканизатом, в состав которого входит стандартный ускоритель вулканизации – 2-меркаптобензтиазол [3,4].

Бисазометин I

Рис. 1. Структурная формула N,N'-(гексан-1,6-дил)бис(1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гептан-2-имина) I

В литературе известен лишь один пример получения N,N'-(гексан-1,6-дил)бис(1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гептан-2-имина) по реакции не рацемической (1R)-(+)-камфоры с гексаметилендиамином, с выходом диимина 70 % [2]. Данное соединение было исследовано в качестве ингибитора репродукции вируса гриппа (штаммА/California/07/09(H1N1)pdm09) [2]. Со-

единение, наряду с низкой токсичностью, обладает выраженным противовирусным действием в отношении указанного вируса гриппа.

Учитывая практическую значимость соединения I, актуальным является исследование по поиску оптимальных условий его получения. Исследования, направленные на увеличение выходов камфорных бисазометинов, ранее не проводились. В литературных источниках [5–12] указаны методики синтезов различных азометинов, содержащих близкие структурные фрагменты в толуоле, ксилоле, бензоле, дихлорэтаноле, мезитиле и без использования растворителя.

В данной работе осуществлен подбор условий реакции и растворителей для получения N,N'-(гексан-1,6-диил)бис(1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гептан-2-имина) по реакции D,L-камфоры с 1,6-гексаметилендиамином с целью увеличения выхода целевого продукта.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Синтез бисазометина I проводился в среде осушенных растворителей (диметилформамид, толуол, о-ксилол) по методике, описанной в работе [13].

Диметилформамид сушили при нагревании в течение 6 ч с использованием молекулярных сит. Осушка ароматических растворителей проводилась перегонкой над натрием.

Для получения целевого бисазометина (I) осуществляли реакцию D,L-камфоры с 1,6-диаминогексаном при молярном соотношении исходных реагентов камфора: 1,6-диаминогексан = 2÷3:1. В качестве катализатора использовали *n*-толуолсульфокислоту. Об окончании реакции судили по количеству выделившейся воды, собираемой в насадке Дина-Старка. Реакционную

массу промывали водой, органический слой отделяли и сушили сульфатом натрия. Растворитель упаривали.

Общая методика синтеза

А. В растворителе. К 5 г (0,0329 моль) *D,L*-камфоры добавили 1,9 г (0,01645 моль) 1,6-диаминогексана в заданном количестве растворителя (мл) и 0,2 г *n*-толуолсульфокислоты. Реакцию проводят при температуре кипения растворителя. Получено: целевой продукт (**I**) – бесцветное смолообразное вещество, свойства которого соответствуют литературным данным [2]. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн.}}$, %): 384 (М, 3 %), 179 (17 %), 234 ($\text{C}_{16}\text{H}_{28}\text{N}^+$, 100%). Найдено, %: С 81,27; Н 11,55; N 7,21. $\text{C}_{26}\text{H}_{44}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 81,19; Н 11,53; N 7,28;

промежуточный продукт (6-((1,7,7-триметилбисцикло[2.2.1]гептан-2-илдене)амино)гексан-1-амин) (**II**) – бесцветная жидкость (соответствует литературным данным [11]). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн.}}$, %): 250 (М, 57 %), 136 (60 %), 95 (97 %), 220 ($\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{N}^+$, 100%). Найдено, %: С 76,82;

Н 12,04; N 11,21. $\text{C}_{26}\text{H}_{44}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 76,80; Н 12,00; N 11,20;

В. В массе реагентов. К 4 г (0,0263 моль) *D,L*-камфоры добавили 1,017 г (0,00876 моль) 1,6-диаминогексана и 0,2 г *n*-толуолсульфокислоты. Реакция протекает при нагревании до 110 °С в расплаве 1,6-гексаметилендиамина.

Состав и строение полученных соединений подтверждали с помощью хромато-масс-спектрометрии. Масс-спектры регистрировали на хромато-масс-спектрометре Agilent GC 5975/MSD 7820. Капиллярная кварцевая колонка HP-5MS длиной 30 м, газ-носитель – гелий. Программируемый нагрев колонки от 80 °С до 280 °С, температура испарителя 250 °С. Элементный анализ выполнен на приборе Perkin-Elmer Series II 2400.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Синтез бисазометина (**I**), по-видимому, протекает последовательно через стадию получения монозамещенного продукта (**II**) по следующей схеме:

Однако при избытках камфоры не исключается и одновременное участие в реакции обеих аминогрупп 1,6-диаминогексана.

Следует отметить, что температура играет важную роль в проведении данной реакции. Основным препятствием для ее увеличения является возрастание процесса возгонки камфоры, которая удаляется из реакционной массы и осаждается на стенках реактора и обратного холодильника. Поэтому осуществление реакции в массе исходных реагентов и повышенном содержании камфоры в смеси затруднительно (способ В).

Другим важным фактором данной реакции является образование воды, которую необходимо удалять из зоны реакции, что возможно при повышенных температурах (>100 °С), при которых происходит интенсивная возгонка камфоры. В этой связи подбор растворителя для проведения данной реакции имеет важное значение. Растворители определяют температу-

ру проведения реакции, и, следовательно, скорость процесса.

В работе исследовались следующие растворители: диметилформамид, бензол, толуол, о-ксилол. При использовании диметилформамида реакция камфоры с гексаметилендиаминном не протекает. Возможно, это связано с обратимостью реакции в среде растворителей, смешивающихся с водой, которая выделяется в результате реакции, но не удаляется из реакционной массы.

Результаты исследования влияния различных параметров на протекание реакции, в том числе других растворителей (бензол, о-ксилол), представлены в таблице.

Проведение реакции в бензоле дает наибольшие выходы по целевому продукту (~61 %), а также высокую селективность (100 %).

Следует отметить, что аналогичная реакция с 2-адамантаном [13] в бензоле в течение 3 ч, приводила к образованию целевого продукта с выходом 84 %.

Влияние различных параметров на протекание реакции рацемической камфоры с 1,6-гексаметилендиамином

№	Растворитель	Катализатор	Масса катализатора, г	Т, °С	Мольное соотношение камфора:ГМД	Время реакции, ч	Выход соединений, %		Селективность по продукту I, %
							I	II	
Влияние растворителя									
1	Бензол	п-ТСК	0,2	80	2:1	26	61	-	100
2	Толуол	п-ТСК	0,2	110	2:1	26	47	-	100
3	о-Ксилол	п-ТСК	0,2	144	2:1	15	23	35	~40
4	ДМФА	п-ТСК	0,2	159	2:1	26	-	-	-
5	В массе	п-ТСК	0,2	110	2:1	7	25	5	83
6	В массе	п-ТСК	0,2	110	3:1	7	24	19	56
Влияние соотношения исходных реагентов									
7	Толуол	п-ТСК	0,2	110	3:1	26	61	-	100
8	Толуол	п-ТСК	0,2	110	2:1	26	47	-	100
9	Толуол	п-ТСК	0,2	110	1:2	14,5	37	31	54
10	Толуол	п-ТСК	0,2	110	1:3	10,5	19	41	~32
Влияние концентрации исходных реагентов									
11	Толуол	п-ТСК	0,2	110	2:1	26	47	-	100
12*	Толуол	п-ТСК	0,2	110	2:1	12,5	60	0,7	99
Влияние различных катализаторов									
13	Бензол	п-ТСК	0,2	80	2:1	26	61	-	100
14	Бензол	Бентонит	0,2	80	2:1	26	21	40	~34
15	Бензол	BF ₃ ·Et ₂ O	0,15	80	2:1	26	60	-	100
Влияние количества катализатора									
16	Бензол	п-ТСК	0,1	80	2:1	64	53	-	100
17	Бензол	п-ТСК	0,2	80	2:1	26	61	-	100
18	Бензол	п-ТСК	0,4	80	2:1	18	62	-	100

*Концентрация исходных реагентов в примере 11 в 1,4 раза выше, чем в остальных примерах, и составляет: 0,65 моль/л для 1,6-гексаметилендиамина и до 1,3 моль/л для камфоры.

С увеличением температуры реакции до 144 °С (синтез в о-ксилоле с азеотропной отгонкой воды – пример 3) наблюдается снижение выхода бисазометина (I) (23 %) и селективности (~40 %). В данном случае происходит образование значительного количества промежуточного монозамещенного продукта (II).

Аналогичные результаты были получены при проведении синтеза в массе при температуре реакции 110 °С (способ В). Использовался избыток камфоры для увеличения ее концентрации в реакционной массе, которая снижается по причине быстрой возгонки камфоры. Выход бисазометина (I) составил ~24 %, а селективность реакции – 56 %.

В работе также исследовалось влияние соотношения исходных реагентов на протекание реакции рацемической камфоры с 1,6-гекса-

метилендиамином (примеры 7–10). Мольное соотношение 3:1 (избыток камфоры) позволяет достичь наибольшего выхода целевого продукта (~61 %) при проведении реакции в толуоле. Использование избытка 1,6-гексаметилендиамина (1:3) приводит к снижению селективности процесса (~32 %) и снижению выхода бисазометина (I) до ~19 % (пример 10).

Изменение концентраций исходных реагентов значительно влияет на время реакции. По результатам двух экспериментов (примеры 11–12), увеличение концентрации (до 0,65 моль/л для 1,6-гексаметилендиамина и до 1,3 моль/л для камфоры) приводит к снижению времени реакции почти в 2 раза (12,5 ч вместо 26 ч), и увеличению выхода целевого продукта на 13 % при небольшом снижении селективности (99 %).

Как указывалось ранее, камфора является летучим соединением и частично уходит из реакционной массы в течение всего времени проведения реакции. Возможно, с увеличением скорости реакции концентрация камфоры из-за возгонки в растворе меняется незначительно.

Реакции конденсации кетонов и альдегидов с аминами протекают в присутствии различных кислот или водоотнимающих реагентов. Недопустимо использование некоторых сильных протонных кислот, вследствие их реакционной способности с 1,6-гексаметилендиамином. Равномассовая замена п-ТСК на бентонит приводит к уменьшению выхода целевого продукта на 40 % (~21 %) и значительному снижению селективности (~34 %). Вероятно, для данного способа получения бисазометина (**I**), проведение гетерогенного катализа является менее эффективным. Однако, в данном случае бентонит можно использовать для получения промежуточного монозамещенного продукта (**II**).

Эквимольная замена п-ТСК на эфират трифторида бора практически не привела к из-

менениям выхода бисазометина (**I**) и не отразилась на селективности процесса (100 %).

Для оценки влияния количества катализатора на скорость реакции была проведена серия синтезов с различным количеством п-ТСК. Увеличение п-ТСК в два раза, как и предполагалось, способствует уменьшению времени проведения реакции с 26 ч до 18 ч, при этом выход бисазометина (**I**) увеличился до 62 %. Уменьшение п-ТСК в два раза приводит к увеличению времени реакции на 38 ч и уменьшению выхода бисазометина (**I**) (53 %).

Общий механизм реакции образования оснований Шиффа: катализ, обратимость реакции – достаточно изученные вопросы на сегодняшний день. Известно о существовании равновесных реакций конденсации альдегидов и кетонов с аминами, однако некоторые из таких реакций имеют лишь «ложное равновесие» [14].

Предполагается, что реакция образования бисазометина **I** катализируется кислотами, является обратимой и протекает по общепринятому механизму [15] присоединения-отщепления по схеме, указанной на рис. 2.

Рис. 2. Предполагаемый механизм реакции образования промежуточного продукта **II**

На первой стадии происходит протонирование карбонильной группы, повышающее электрофильность карбонильного атома углерода (электрофильный катализ нуклеофильного присоединения). Далее следует нуклеофильная атака неподеленной парой электронов атома азота электрофильного углеродного атома с образованием протонированного аминокарбинола (А). После чего происходит обратимый перенос протона с атома азота на атом кислорода и быстрое отщепление молекулы воды с образованием резонансно-стабилизированного катиона (В). Последняя стадия реакции – отщепление протона от атома азота, приводящее к образованию промежуточного продукта II. Образование целевого продукта реакции протекает аналогично представленному механизму.

Таким образом, синтез N,N'-(гексан-1,6-дил)бис(1,7,7-триметилбисцикло[2,2,1]гептан-2-имина) с выходом не менее 60 % рекомендуется проводить в осушенном бензоле с азеотропной отгонкой реакционной воды при мольном соотношении камфора: ГМД:катализатор = 3:1:0,0023 в течение 26 ч. В качестве катализаторов для данной реакции могут быть использованы п-ТСК или эфират трифторида бора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Feng, Y. Kinetics of action of Schiff bases on aerobacteraerogenes as studies by microcalometry/ Y. Feng// *Thermochimica Acta*. – 1996. – Vol. 285. – № 1. – P. 181-189.
2. Sokolova, A.S. Camphor-based symmetric diimines as inhibitors of influenza virus reproduction/ A.S. Sokolova, O.I. Yarovaya, D.V. Korchagina, V.V. Zarubaev, T.S. Tretiak, P.M. Anfimov, O.I. Kiselev, N.F. Salakhutdinov// *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. – 2014. Vol. 22. № 7. – P. 2141-2148.
3. Новопольцева, О. М. Синтез и исследование каркасных азометиновых соединений в качестве ингредиентов резиновых смесей / В. Г. Кочетков, В. В. Бурмистров, Г. М. Бутов, В. С. Дьяченко, Е. В. Рассказова // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: сб. тез. докладов. – Санкт-Петербург. – 2019. – Т. 2а. – С. 320.
4. Патент РФ № 2693769. Использование N,N'-(гексан-1,6-дил)бис(1,7,7-триметилбисцикло[2,2,1]гептан-2-имина) в качестве ускорителя вулканизации для резиновых смесей на основе каучуков общего назначения / Бурмистров В. В., Бутов Г. М., Дьяченко В. С., Новопольцева О. М., Кочетков В. Г., Рассказова Е. В. – Опубл. 04.07.2019. Бюл. № 19.
5. Caselli, A. Synthesis of C2-symmetrical diamine based on (1R)-(+)-camphor and application to oxidative aryl coupling of naphthols/ A. Caselli, G.B. Giovenzana, G. Palmisano, M. Sisti, T. Pilati// *Tetrahedron: Asymmetry*. – 2003. – Vol.14. – № 11. – P. 1451-1454.
6. Bolton, R. Preparation and reduction of some camphor imines/ R. Bolton, N.D. Timothy, M.P. Jane// *Tetrahedron-Letters*. – 1994. – Vol. 35. – № 20. – P. 3411-3412.
7. Kwon, K.S. Synthesis, characterisation, and X-ray structures of Zn(II) complexes containing bis-camphoryldiimine ligands: application to polymerisation of rac lactide/ K.S. Kwon, S. Nayab, Lee H.-I., J. H. Jeong// *Polyhedron*. – 2017. – Vol. 126. – P. 127-133.
8. Sokolova, A.S. Aliphatic and alicyclic camphor imines as effective inhibitors of influenza virus H1N1/ A.S. Sokolova, O.I. Yarovaya, D.S. Baev, A.V. Shernyukov, A.A. Shtro, V.V. Zarubaev, N.F. Salakhutdinov// *European journal of medicinal chemistry*. – 2017. – Vol. 12. – № 7. – P. 661-670.
9. Squire, M.D. Enantiomerically enriched vic-amino alcohols from 2-iminobornanes/ M.D. Squire, A. Burwell, G. M. Ferrence, S.R. Hitchcock// *Tetrahedron: Asymmetry*. – 2002. – Vol.13. – P. 1849-1854.
10. Gavrilov, K.N. P,N-Bidentate Phosphites with a Chiral Ketimine Fragment, Their Application in Enantioselective Allylic Substitution and Comparison with Phosphine Analogues/ K.N. Gavrilov, V.N. Tsarev, S.V. Zheglov, A.A. Koryukov, M. Yu. Antipin, V.A. Davankov// *Synthesis*. – 2007. – № 11. – P. 1717-1723.
11. Sokolova, A.S. Discovery of a new class of antiviral compounds: Camphor imine derivatives/ A.S. Sokolova, O.I. Yarovaya, A.V. Shernyukov, Y.V. Gatilov, Y.V. Razumova, V.V. Zarubaev, T.S. Tretiak, A.G. Pokrovsky, O.I. Kiselev, N.F. Salakhutdinov// *European journal of medicinal chemistry*. – 2015. – Vol. 105. – P. 236-273.
12. Yaozhong, J. Asymmetric Synthesis XI: Stereoselective Synthesis of α -Alkyl-2-Furfurylamines Via d-Camphor Ketimine Intermediate/ J. Yaozhong, D. Jingen, H. Wenhao, L.G. MiAiqiao// *Synthetic Communications*. – 1990. – Vol. 20. – P. 3077-3083.
13. Бутов, Г. М. Синтез ди(адамантан-2-ил)содержащих мономеров для супрамолекулярных циклодекстриновых полимеров / О. А. Попов, Г. М. Бутов, В. В. Бурмистров, Е. А. Зубович // *Известия ВолгГТУ : научный журнал* № 4 (159) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – С. 14-18.
14. Popov, Yu. V. Synthesis and Reactions of Schiff Bases Containing an m-Phenoxyphenyl Group: I. N-Aryl-m-phenoxybenzylideneamines and N-Aryl-N'-(m-phenoxybenzylidene)hydrazines/ Yu.V. Popov, T.K. Korchagina, G.V. Chicherina// *Russian Journal of Organic Chemistry*. – 2001. – Vol. 37. – № 5. – P. 677-679.
15. Резников, В. А. Химия азотсодержащих органических соединений: учеб. пособие; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 130 с.

REFERENCES

1. Feng, Y. Kinetics of action of Schiff bases on aerobacteraerogenes as studies by microcalometry/ Y. Feng// *Thermochimica Acta*. – 1996. – Vol. 285. – № 1. – P. 181-189.
2. Sokolova, A.S. Camphor-based symmetric diimines as inhibitors of influenza virus reproduction/ A.S. Sokolova, O.I. Yarovaya, D.V. Korchagina, V.V. Zarubaev, T.S. Tretiak, P.M. Anfimov, O.I. Kiselev, N.F. Salakhutdinov// *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. – 2014. Vol. 22. № 7. – P. 2141-2148.
3. Kochetkov, V. G. Synthesis and research of frame azomethine compounds as ingredients of rubber mixtures / V. G. Kochetkov, G. M. Butov, V. V. Burmistrov, V. S. Dyachenko, E. V. Rasskazova, O. M. Novopoltseva// *Journal of applied chemistry (article accepted for publication)*
4. Russian patent No. 2693769. Use of N, N'-(hexane-1,6-DIL) bis (1,7,7-trimethylbicyclo[2,2,1]heptane-2-imine) as a vulcanization accelerator for rubber mixtures based on General purpose rubbers / Burmistrov V. V., Butov G. M., Dyachenko V. S., Novopoltseva O. M., Kochetkov V. G., Rasskazova E. V. // published: 04.07.2019. Bull.No. 19.
5. Caselli, A. Synthesis of C2-symmetrical diamine based on (1R)-(+)-camphor and application to oxidative aryl cou-

- pling of naphthols/ A. Caselli, G.B. Giovenzana, G. Palmisano, M. Sisti, T. Pilati// *Tetrahedron: Asymmetry*. – 2003. – Vol.14. – № 11. – P. 1451–1454.
6. Bolton, R. Preparation and reduction of some camphor imines/ R. Bolton, N.D. Timothy, M.P. Jane// *Tetrahedron Letters*. – 1994. – Vol. 35. – № 20. – P. 3411–3412.
7. Kwon, K.S. Synthesis, characterisation, and X-ray structures of Zn(II) complexes containing bis-camphoryldiimine ligands: application to polymerisation of rac lactide/ K.S. Kwon, S. Nayab, Lee H-I., J. H. Jeong// *Polyhedron*. – 2017. – Vol. 126. – P. 127–133.
8. Sokolova, A.S. Aliphatic and alicyclic camphor imines as effective inhibitors of influenza virus H1N1/ A.S. Sokolova, O.I. Yarovaya, D.S. Baev, A.V. Shernyukov, A.A. Shtro, V.V. Zarubaev, N.F. Salakhutdinov// *European journal of medicinal chemistry*. – 2017. – Vol. 12. – №7. – P. 661–670.
9. Squire, M.D. Enantiomerically enriched vic-amino alcohols from 2-iminobornanes/ M.D. Squire, A. Burwell, G. M. Ferrence, S.R. Hitchcock// *Tetrahedron: Asymmetry*. – 2002. – Vol.13. – P. 1849–1854.
10. Gavrilov, K.N. P,N-Bidentate Phosphites with a Chiral Ketimine Fragment, Their Application in Enantioselective Allylic Substitution and Comparison with Phosphine Analogues/ K.N. Gavrilov, V.N. Tsarev, S.V. Zheglov, A.A. Koryukov, M. Yu. Antipin, V.A. Davankov// *Synthesis*. – 2007. – № 11. – P. 1717–1723.
11. Sokolova, A.S. Discovery of a new class of antiviral compounds: Camphor imine derivatives/ A.S. Sokolova, O.I. Yarovaya, A.V. Shernyukov, Y.V. Gatilov, Y.V. Razumova, V.V. Zarubaev, T.S. Tretiak, A.G. Pokrovsky, O.I. Kiselev, N.F. Salakhutdinov// *European journal of medicinal chemistry*. – 2015. – Vol. 105. – P. 236–273.
12. Yaozhong, J. Asymmetric Synthesis XI: Stereoselective Synthesis of α -Alkyl-2-Furfurylamines Via d-Camphor Ketimine Intermediate/ J. Yaozhong, D. Jingen, H. Wenhao, L.G. MiAi-qiao// *Synthetic Communications*. – 1990. – Vol. 20. – P. 3077–3083.
13. Butov, G. M. Synthesis of di(adamantan-2-yl)containing monomers for supramolecular cyclodextrin polymers/ O. A. Popov, G.M. Butov, V.V. Burmistrov, E.A. Zubovich// *Izvestiya VSTU*. – 2015. – № 4 (159). – P. 14–18.
14. Popov, Yu. V. Synthesis and Reactions of Schiff Bases Containing an m-Phenoxyphenyl Group: I. N-Aryl-m-phenoxybenzylideneamines and N-Aryl-N'-(m-phenoxybenzylidene)hydrazines/ Yu.V. Popov, T.K. Korchagina, G.V. Chicherina// *Russian Journal of Organic Chemistry*. – 2001. – Vol. 37. – №5. – P. 677–679.
15. Reznikov V. A. Chemistry of nitrogen-containing organic compounds: Studies allowance / Novosibirsk state University. Novosibirsk, 2006. 130 pp.

E. V. Rasskazova, A. A. Aleksanyan, V. V. Burmistrov, G. M. Butov

**STUDY OF THE REACTION OF CAMPHOR WITH
1,6-HEXAMETHYLENEDIAMINE**

**Volzhsky Polytechnic Institute (branch)
Volgograd state technical University**

Abstract. The influence of various process parameters on the reaction of racemic camphor with 1,6-hexamethylenediamine was studied. Optimal reaction conditions were selected to ensure the highest yield of the target product.

Keywords: camphor, azomethine, accelerators of vulcanization, the selection of solvents, the Schiff base.